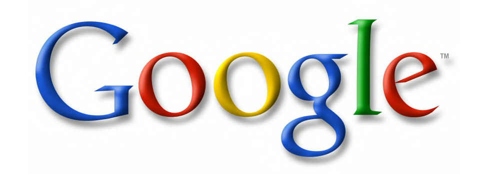




Howard C Warren
Princeton, N.J.

Bound April 1908

PSYCHOLOGISCHE STUDIEN

HERAUSGEGEBEN VON

WILHELM WUNDT

NEUE FOLGE DER PHILOSOPHISCHEN STUDIEN

II. BAND

MIT 79 FIGUREN IM TEXT

LEIPZIG
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN
1907

Inhalt des zweiten Bandes.

1. und 2. Heft.

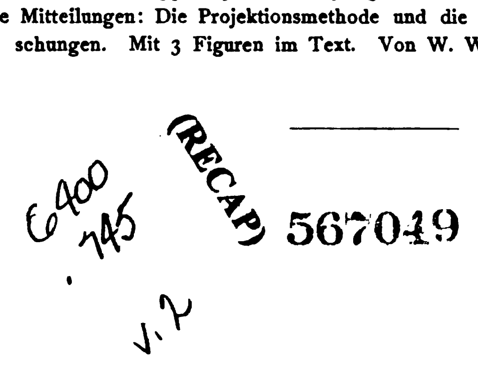
Ausgegeben am 22. Juni 1906.

3. und 4. Heft.

Ausgegeben am 14. August 1906.

5. und 6. Heft.

Ausgegeben am 12. Februar 1907.





Über das Ansteigen der Helligkeitserregung

von

Max Büchner.

Mit 14 Figuren im Text.

Die Frage nach dem Anstiege der Helligkeitserregung ist schon verschiedentlich behandelt worden, und zwar sind diese Untersuchungen zum Teil mit ruhenden Bildern ([1, 2, 3, 4, 5]), zum Teil mit bewegten Reizlichtern ([a, b, c]) angestellt worden. Doch wird das Hauptgewicht vielfach auf die Feststellung der Maximalzeit (d. h. derjenigen Zeit, die ein Lichtreiz braucht, um seine größte Helligkeitswirkung für das Auge hervorzubringen) und auf die Abhängigkeit dieser Maximalzeit von der Intensität gelegt. Für den Anstieg wird teils im Anschluß an das Talbotsche Gesetz ein ungefähr geradliniger Verlauf bis zum Maximum, teils eine leicht gekrümmte Kurve gefunden. Nachdem im Leipziger psychologischen Institut vor einigen Jahren eine Untersuchung über das Verhältnis der Maximalzeiten farbloser und farbiger Helligkeiten

---

[1]) Exner, S., Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nötige Zeit. Sitz.-Berichte d. Wiener Akad. 1868.

[2]) Kunkel, A., Über die Abhängigkeit der Farbenempfindung von der Zeit. Pflügers Archiv, Bd. 9, 1874.

[3]) Martius, G., Über die Dauer der Lichtempfindungen. Beiträge zur Psychol. u. Philos. I, 3, 1902.

[4]) Dürr, E., Über das Ansteigen der Netzhauterregungen. Wundt, Phil. Studien, 18. Bd., 1903.

[5]) Mc Dougall, W., The variation of the intensity of visual sensation with the duration of the stimulus. Journal of Psychology, June 1904.

[a]) Hess, C., Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Sehorgan. Pflügers Archiv, Bd. 101, 1904.

[b]) Mc Dougall, W., The sensations excited by a single momentary stimulation of the eye. Journal of Psychol., Jan. 1904.

[c]) Charpentier, A., Archives de physiol. normale et path. 1892, 1896; Comptes rendus de l'Acad. des sciences 1896.

angestellt worden war, es dabei aber an Zeit fehlte, die Anstiegskurve näher zu untersuchen, stellte mir Herr Geheimrat Wundt die Aufgabe, diesen Anstieg der Helligkeitserregung näher zu verfolgen.

Obwohl man also bereits Kurven für den Anstieg veröffentlicht und sich darüber gestritten hat, hat man dabei doch versäumt, sich über ihre wahre Bedeutung, über ihre Grundlagen und die Voraussetzungen, auf denen sie aufgebaut sind, Rechenschaft zu geben. Es fragt sich zunächst: Was kann ich beobachten?

Alle Beobachtungen über den Anstieg beruhen auf der Tatsache, daß beim Anblick einer physikalisch bestimmten Lichtintensität deren Empfindungsintensität (Helligkeit) sich ändert mit der Dauer der Betrachtung. Daraus folgt sofort die Möglichkeit, daß zwei physikalisch

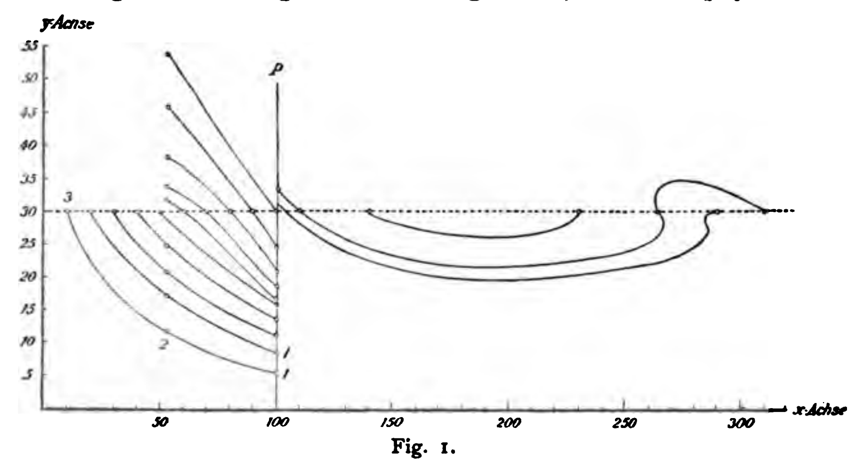


Fig. 1.

verschiedene Lichtintensitäten in der Empfindung als gleich erscheinen können, wenn ihre verschiedene Dauer richtig bemessen ist. Die Probe überzeugt uns, daß diese Möglichkeit zur Wirklichkeit wird, und alle meine Beobachtungen beruhen auf solchen Angleichungen. Trage ich diese Beobachtungen in ein Koordinatensystem ein, die Zeiten etwa als x-Koordinaten, die Intensitäten als y-Koordinaten, so erhalte ich z. B. folgendes: Fig. 1.

Die Empfindungsintensität (-Helligkeit) ist dieselbe bei
der Intensität i_1 und der Dauer t_1 (Punkt 1)
wie bei » » i_2 » » » t_2 (Punkt 2) oder
» » » » i_3 » » » t_3 (Punkt 3)
usw. usw. usw.

Ein solches System unendlich vieler Gleichungen, d. h. die Gesamtheit aller dieser Punkte, wird in der xy-Ebene eine Kurve bilden, eine Linie gleicher Helligkeit (L. gl. H.).

Ich nehme nun einen andern Punkt I, der etwa dieselbe Zeit t_1 aber eine andere Intensität k_1 hat, und suche die durch diesen Punkt gehende L. gl. H. So kann ich weitergehen und die L. gl. H. suchen von allen Punkten der Parallelen p zur y-Achse. Dieses dazu nötige System von zweifach unendlich vielen Gleichungen würde also eine Schar von unendlich vielen L. gl. H. in der xy-Ebene ergeben. Ein solches System ist jedoch nur eine Grundlage, d. h. kann wohl einen eindeutigen Überblick geben über die gesamten physikalischen Möglichkeiten, in einer Adaptationslage irgendeine bestimmte Helligkeitsempfindung auf den verschiedensten Wegen hervorzubringen, gibt aber noch keine Übersicht über die Anstiegsverhältnisse.

Es fragt sich vielmehr noch zweitens: Was kann ich über das Verhältnis der Empfindungsintensitäten der einzelnen L. gl. H. aussagen? — Ich könnte etwa die Helligkeit jeder einzelnen L. gl. H. in der noch zur Verfügung stehenden dritten Dimension als z-Koordinate auftragen und erhielte dann ein dreidimensionales Gebilde auf der Grundebene aufgebaut, in welchem die L. gl. H. Niveaulinien sind. Dieses Gebilde, die Gesamtheit aller Niveaulinien, bezeichne ich kurz als Niveaufläche. Sie wird dann von der x- und y-Achse an in den Raum zwischen beiden etwa wie ein Hügelland ansteigen. Dabei fragt es sich aber, wie sie ansteigt, ob erst langsam, dann steil, oder umgekehrt, usw. Mit andern Worten, es fragt sich, in welcher Art und Weise habe ich die Empfindungsintensitäten als z-Koordinaten aufzutragen?

Ein ganzes System der L. gl. H. zu geben, ist nun nicht meine Absicht, nur ein Stück habe ich skizziert, aus den später anzuführenden Beobachtungen einige Punkte herausgreifend. Die beobachteten Punkte sind gekennzeichnet, die L. gl. H. nach ihnen so eingezeichnet, wie sie vermutlich verlaufen, doch machen sie außerhalb der beobachteten Punkte keinen Anspruch auf Genauigkeit. Es werden sich in ihnen jedenfalls Schwankungen bemerkbar machen, die von den später zu erörternden Ergebnissen herrühren, und außerdem läßt sich noch sagen, daß die L. gl. H. zur y-Achse asymptotisch verlaufen,

denn jede Helligkeitsempfindung läßt sich auch in kürzester Zeit erreichen, wenn die dazu verwendete Intensität groß genug ist.

Auf das psychophysische Problem soll in dieser Arbeit nicht eingegangen werden; doch läßt sich noch verschiedenes Interessante über den Anstieg sagen. Ich habe nämlich einige Querschnitte durch jene Niveaufläche, die die Verhältnisse der Empfindungsintensitäten darstellen würde, gelegt, und zwar Schnitte parallel der xz-Ebene. Die Schnittkurve einer solchen Ebene mit jener Niveaufläche wird dann den Anstieg und Verlauf der Erregung bei einer bestimmten Intensität aus der Gesamtheit aller Intensitäten herausgreifen. Um diese Schnittkurven graphisch veranschaulichen zu können, muß ich, da ich die wirklichen psychophysischen Verhältnisse noch nicht kenne, für die erreichten Empfindungsintensitäten einen Maßstab annehmen, und zwar nehme ich als das Einfachste an, daß zu einer bestimmten Zeit z die erreichten Empfindungsintensitäten proportional seien den dazu verwendeten physikalischen Intensitäten. Ob dies tatsächlich der Fall ist, kommt hier nicht in Frage; die mit diesem Maßstab gezeichneten Kurven sollen ja auch nicht die wirklichen Verhältnisse darstellen, sondern nur das Merkwürdige im Anstieg veranschaulichen helfen, das auch bei Anwendung eines andern Maßstabes sich noch zeigen würde. (Dieser provisorische Maßstab wird bei erfolgter Lösung des psychophysischen Problems nach den gefundenen Verhältnissen abzuändern sein, worauf dann auch die Kurven die wirklichen Anstiegsverhältnisse darstellen.)

Andere Autoren benutzen zur Konstruktion ihrer Kurven andere Maßstäbe, ohne sich aber darüber Rechenschaft zu geben, daß mit der Annahme eines solchen Maßstabes, wenn es nicht ausdrücklich verneint wird, die Lösung des psychophysischen Problems schon vorausgesetzt ist. Martius z. B. macht dieselbe Annahme einer derartigen Proportionalität, und zwar gültig für jede beliebige Zeit z, die die Maximalzeit überschritten hat. Eine andere Annahme macht Exner und mit ihm Mc Dougall; sie setzen die Empfindungsintensitäten proportional den physikalischen Intensitäten, aber nur dann, wenn die Dauer gleich ist der Maximalzeit der betreffenden Intensität.

Ich verfolge nun die oben definierte Anstiegskurve einer Intensität n (= Normalreiz), indem ich beobachte, daß der Normalreiz von der Intensität

n in 10^σ ebenso hell erscheint wie ein Vergleichsreiz von der Intensität v_1 [1])
» » 20^σ » » » » » » » » » v_2
» » 30^σ » » » » » » » » » v_3
usw. usw.,

wenn $v_1\, v_2\, v_3 \ldots$ alle eine bestimte Zeit z wirken, und indem ich in ein Koordinatensystem die Zeiten als Abszissen und als Ordinaten, die bei der konstanten Zeit z erreichten Empfindungsintensitäten proportional den Intensitäten $v_1\, v_2\, v_3 \ldots$ auftrage. Zwei zugehörige Punkte des Normal- und Vergleichsreizes liegen in Wirklichkeit auf einer Linie gleicher Helligkeit, einer Niveaulinie, die jedoch auf dem Querschnitt als Parallele zur Abszissenachse erscheint (vgl. Fig. 4).

Willkürlich ist in vorliegender Arbeit noch die konstante Dauer z des Vergleichsreizes; da bei längerer Dauer des Vergleichsreizes die Fixation erschwert wird und eine Einwirkung auf die benachbarten Netzhautstellen nicht ausgeschlossen ist, besonders bei Dunkeladaptation, ging ich bei dieser nicht über 100^σ hinaus; bei Helladaptation wählte ich neben den kurzen Zeiten von 20^σ und 53^σ auch bei einer Untersuchung eine längere Zeit $z = 320^\sigma$.

Zunächst seien noch einige Forderungen erwähnt, die für die Konstruktion der Versuchsanordnung maßgebend waren. Es ist wichtig, daß die Beleuchtung innerhalb des ganzen Beobachtungsfeldes möglichst momentan einsetzt und wieder verschwindet. Das läßt sich aber nur dadurch erreichen, daß das gesamte zur Beleuchtung des Feldes dienende Strahlenbündel von einem sehr kleinen Raume ausgeht und durch den Apparat zur Abgrenzung der Expositionszeit unmittelbar vor diesem Raume in kürzester Zeit, also annähernd momentan, freigegeben und wieder abgeschnitten wird. Zu diesem Zwecke wurde öfters der Brennpunktsdurchschnitt gewählt, aber es ist optisch nicht ganz einfach, einen wirklichen Brennpunkt bei großer Lichtstärke herzustellen; vielmehr erhält man stets eine mehr oder minder ausgedehnte Brennfläche, und der zeitliche Abschnitt erfolgt dann auch nicht momentan. Genauer und einfacher ist das Camera obscura-Prinzip mit schmalem Spalt, das ich mit großem Vorteil verwendete. Doch wird durch einen schmalen Spalt die Lichtintensität derart vermindert, daß eine solch genaue Methode nur

[1]) $1^\sigma = 0{,}001$ Sekunde.

bei Dunkeladaptation anwendbar ist, während man bei Helladaptation zur Erreichung einer größeren Helligkeit eine etwas längere Zeit für die sukzessive Erleuchtung des Beobachtungsfeldes mit in Kauf nehmen muß.

Ein ähnlicher Zeitfehler wäre nicht zu vermeiden, wenn ich die Variation der Intensität bei den kurzen Vergleichsreizen durch einen Episkotister vornehmen wollte; näherliegend ist hier die Variation der Intensität durch Änderung der Spaltbreite.

Noch bemerken möchte ich, daß ich es als sehr nachteilig bei Vergleichung der Resultate anderer Autoren empfand, daß nirgends eine exakte Helligkeitsangabe zu finden war und es daher kaum möglich ist, die gefundenen Maximalzeiten etwa mit denen anderer Autoren in Beziehung zu setzen.

Versuchsanordnung für Dunkeladaptation.

Neben dem bereits erwähnten präzisen Lichtabschnitt wurde bei der vorliegenden Anordnung das Hauptgewicht darauf gelegt, daß

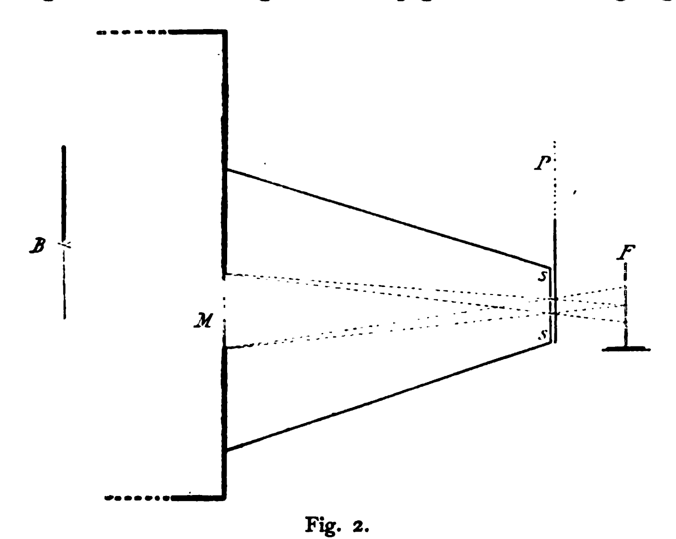


Fig. 2.

der Normalreiz und der Vergleichsreiz von einer und derselben Lichtquelle versorgt wurden. Zur Beleuchtung diente eine Differentialbogenlampe *B*, die, gut reguliert, ein sehr gleichmäßiges Licht lieferte. Sie war in einem durch schwarzes Tuch vollständig verdunkelten

Kasten untergebracht und erleuchtete mit der Sphäre ihrer größten Helligkeit (etwa 30° nach abwärts gerichtet) 18 cm von ihrem Lichtbogen, also ziemlich intensiv, aber doch durch die abwärts gerichtete Strahlung vollständig gleichmäßig, ein Fenster aus Milchglas *M* von 8,5 : 10,5 cm Ausdehnung. Für die größte bei Dunkeladaptation verwendete Helligkeit wurde dieses Fenster gleichzeitig von zwei Bogenlampen, die eng nebeneinander hingen, auch aus dieser Entfernung erleuchtet.

Dieses diffus helleuchtende Milchglasfenster benutzte ich nun als Lichtquelle für beide Reize. Von ihm entwarf ich nach Art der optischen Lochcamera zwei Bilder durch zwei Öffnungen, die im Abstand von 12 mm senkrecht untereinander angebracht waren. Von diesen Öffnungen war die obere quadratisch und unveränderlich 1 qmm groß, während die andere durch eine feine Mikrometerschraube von 0 bis 2 mm Breite sich variieren ließ. Die senkrechte Längenausdehnung dieses variabeln Spaltes war dieselbe wie beim oberen konstanten Spalt, also 1 mm. Die Ganghöhe der Mikrometerschraube war $^1/_3$ mm, der runde Griff der Schraube in 10 Teile geteilt, wobei sich aber noch $^1/_4$ eines Teilstriches genau ablesen ließ.

Dieser zur Variation der Intensität dienende Spaltapparat *SS* war 26 cm vom leuchtenden Fenster *M* angebracht und der Zwischenraum mit schwarzem Karton umdunkelt. Durch die beiden Öffnungen wurden nun von dem hellen Fenster zwei Bilder auf einer Milchglasplatte *F* entworfen, deren Stellung derart reguliert war, daß der untere Rand des oberen Bildes mit dem oberen Rande des unteren Bildes zusammenfiel, die beiden Bilder also unmittelbar aneinander grenzten. Durch die geringe Ausdehnung der Öffnungen waren die Bilder genügend scharf und konnte das untere Bild, das den Vergleichsreiz bildete, in seiner Intensität durch Änderung des Spaltes von Null bis zur doppelten Helligkeit des oberen Feldes proportional den Spaltbreiten abgestuft werden. (Eine zur Sicherheit vorgenommene Eichung bestätigte, daß sich die Intensität proportional den Spaltbreiten änderte.)

Zur Variation der Zeit benutzte ich ein großes Pendeltachistoskop. Das Pendel *P* hatte einen Radius von 56 cm und wurde elektromagnetisch festgehalten. Nach Umschalten des Stromes schwang es, um von den dadurch erregten Magneten auf der andern Seite wieder

aufgefangen zu werden. Eine probeweise Eichung lieferte vorzügliche Resultate betreffs der Konstanz der Schwingungen, und auf Grund einer zweiten Eichung ließ ich mir einen Aluminiumsektor von nebenstehender Form (Fig. 3) konstruieren, der an das Pendel angeschraubt wurde. Er schwang nun unmittelbar vor den Öffnungen des oben beschriebenen Spaltapparates vorbei, und zwar während des Versuches immer in derselben Richtung (beim Rückschwingen wurde nicht beobachtet). Das untere Feld (der Vergleichsreiz v) war während des Vorbeiganges des unteren freien Raumes z erleuchtet (z konstant 100^σ), während die Dauer der Darbietung des oberen Feldes (des Normalreizes n) von der Einstellung eines kleineren verschiebbaren Sektors abhing und sich von 0 bis 320^σ in Schritten von 10 zu 10^σ

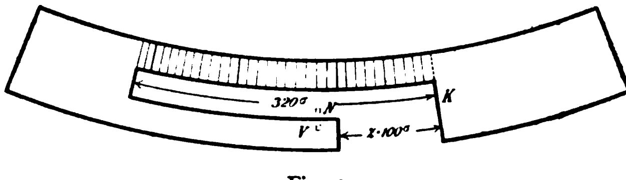


Fig. 3.

variieren ließ. Beim Versuche erfolgte die Schwingung immer in der Richtung, daß beide Reize durch die Kante K gleichzeitig abgeschnitten wurden.

Indem so die zur Erleuchtung der Beobachtungsfelder dienenden Lichtkegel, die von den beiden Spalten N und V ausgingen, in kürzester Zeit freigegeben und wieder abgeschnitten wurden, war beim Versuch vom Vorbeigehen des Randes nichts zu merken; die Bilder erschienen und verschwanden momentan.

Da diese Versuche bei vollständiger Dunkeladaptation angestellt werden sollten, so wurde jeder noch etwa aus dem Bogenlampenkasten sich verbreitende Lichtschein durch einen vor dem Beobachter befindlichen Schirm aus schwarzem Tuch abgehalten, durch den allein ein etwa 60 cm langes Beobachtungsrohr ging. Dadurch wurde jedes etwa seitlich ins Auge fallende Nebenlicht abgeblendet.

Eine größere Schwierigkeit bereitete mir anfangs die Fixation, die ich auf verschiedene Art versuchte; zuerst durch einen elektrischen Induktionsfunken, der zwischen zwei feinen, nur durch einen Messerschnitt getrennten Stanniolspitzen übersprang, die auf der als Beob-

achtungsfeld dienenden Milchglasscheibe F aufgeklebt waren. Aber die Helligkeit dieses Funkens war schon zu groß und störte die Dunkeladaptation. Dann beobachtete ich durch einen unter 45° zum Beobachtungsfelde geneigten Spiegel, dessen Belag an einem Punkt entfernt war. Dieser mit Papier hinterklebte Punkt wurde nun von rückwärts erleuchtet, und ich konnte seine Intensität so weit abschwächen, daß er bei vollständiger Dunkeladaptation gerade noch wahrgenommen wurde. Der Lichtpunkt lag auf der Grenze von beiden Feldern und wurde momentan dargeboten; der Beobachter suchte sich schnell die Richtung und machte kurze Zeit nach Verschwinden des Fixationspunktes den Versuch. Auf diese Weise ist die Untersuchung der ersten Kurve bis zu 100^{σ} durchgeführt.

Indem bei diesen Versuchen der Beobachter seinen Kopf auf eine Kinnstütze legte und sein Auge an das Beobachtungsrohr brachte, bekam er nun bereits eine ziemlich genaue Richtung nach dem Beobachtungsfelde, und ich konnte nach einiger Übung dazu übergehen, die Versuche ganz ohne Fixation anzustellen. Dabei stellte es sich heraus, daß durch eine nicht vollständige Abdunkelung des Spaltapparates auf dem Beobachtungsfelde ein minimaler Lichtnebel erschien, allerdings erst nach der jeder Versuchsreihe vorangehenden Adaptation von etwa 20 Minuten. Dieser Lichtnebel, der von andern weniger geübten Beobachtern nicht oder nur manchmal wahrgenommen wurde, erleichterte mir ungemein die Fixation, ohne jedoch die Dunkeladaptation irgendwie zu stören.

Im Gegenteil diente mir das Erkennen dieses Lichtnebels als Kriterium dafür, daß das Sehfeld des beobachtenden Auges wirklich gut war, indem nämlich nur bei ganz reinem Sehfelde dieser Lichtnebel erschien. In der Zwischenzeit nach jedem Versuche, ungefähr 2—3 Minuten, machten sich bald mehr, bald weniger die bekannten subjektiven Lichtnebel bemerkbar, hauptsächlich im Anfang derjenigen Versuchszeiten, die der Mittagsmahlzeit folgten. Nach Verschwinden dieser subjektiven Lichtnebel wurde das Blickfeld des Auges tiefschwarz, der objektive Lichtnebel war sichtbar, und dann erfolgte der Versuch, indem der Beobachter selbst den Schalter umlegte. Dadurch wurde der Strom des einen Magneten unterbrochen, das Pendel begann zu schwingen; zugleich wurde der gegenüberliegende Magnet erregt, der das Pendel wieder auffing; dazwischen lag die Zeit der

Erhellung der Felder. Dann wurde, ohne zu beobachten, der Schalter zurückgelegt; das Pendel schwang zurück und der Apparat war für den nächsten Versuch fertig. Durch die eigenhändige Auslösung konnte der Beobachter sich den günstigsten Moment für den Versuch auswählen.

Die Urteile wurden im Dunkeln notiert, nur die neue Einstellung der Spaltbreite besorgte der Experimentator beim Scheine einer kleinen elektrischen Taschenlampe, währenddessen der Beobachter die Augen mit einem schwarzen Tuche bedeckte. Später mußte ich aus Mangel an Experimentatoren dazu übergehen, selbst die Veränderung der Spaltbreite zu besorgen. Dabei verdeckte ich das rechte Auge mit einer Kappe, und die Einstellung geschah mit dem linken Auge; die Adaptation des rechten Auges wurde dadurch kaum gestört, doch wurde zur Sicherheit eine etwas längere Adaptationspause gemacht.

Bei Dunkeladaptation wurde der Verlauf für drei verschiedene Helligkeiten untersucht, und zwar waren es die Helligkeiten eines 1) von 0,072, 2) von 0,145 und 3) von 0,26 Meterkerzen senkrecht beschienenen weißen Papieres. Daß solch geringe Helligkeiten zur Verwendung kamen, darf nicht verwundern, denn man muß die enorme Steigerung der Empfindlichkeit für Helligkeiten bei Dunkeladaptation in Betracht ziehen. Die Bestimmung der Helligkeiten geschah durch Bunsenphotometer unter Benutzung einer Normal-Hefnerkerze.

Resultate aus den Beobachtungen für Dunkeladaptation.

Zunächst untersuchte ich den Verlauf des Anstieges bis zu 100^{σ}, der konstanten Dauer des Vergleichsreizes, bei der mittleren Helligkeit von 0,145 Meterkerzen. Das Resultat zeigt die Kurve Fig. 4, die unter Annahme des im Eingang erwähnten Maßstabes gezeichnet ist. Beobachtet sind die eingezeichneten Punkte; ihre Zusammenstellung findet sich in Tabelle I. Die Kurve selbst ist nach dem mutmaßlichen Verlaufe eingezeichnet.

Für diese und die folgenden Kurven war der Beobachter der Verfasser selbst, für Fig. 4 außerdem Herr Dr. Wirth; eine größere Anzahl von Punkten wurde auch, wie in den betreffenden Tabellen

angegeben ist, von andern Beobachtern geprüft und ziemlich übereinstimmend beurteilt, so daß der Verlauf in seinen Grundzügen wohl als Norm anzusehen ist. Als Beobachter bzw. Experimentatoren fungierten noch die Herren Deuchler, Heyde, Kästner, Keller, Salow, Van Cauwelaert und Wabeke. Jeder beobachtete Punkt war durch eine Versuchsreihe gefunden, zu der durchschnittlich 25 Versuche gehörten. Man ging vom deutlichen Unterschiede der beiden Felder (heller oder dunkler in beliebiger Abwechselung) aus, nach der Methode der Minimaländerungen durch die Gleichheit hindurch bis zum deutlichen Unterschied im entgegengesetzten Sinne und, wenn es die Zeit erlaubte, auch wieder rückwärts, ohne daß sich eine wesentliche Verschiedenheit in der Lage der Gleichheit gezeigt hätte; doch wurde jede Versuchsreihe nicht gern über eine Stunde ausgedehnt, um eine eventuelle Ermüdung auszuschließen, denn die Versuche waren für die Augen ziemlich anstrengend. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß das Rauchen noch für den folgenden Tag bei mir die Unterschiedsempfindlichkeit wesentlich beeinträchtigte und ich es daher fast vollständig aufgeben mußte.

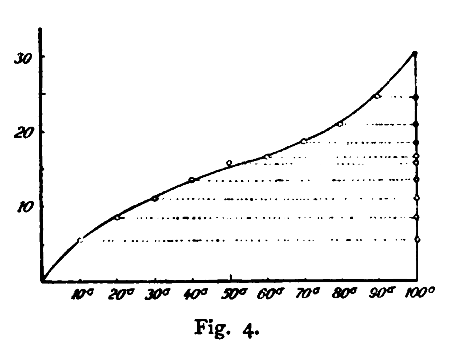


Fig. 4.

Einige Versuchsprotokolle mögen die Art und Weise des Vorgehens veranschaulichen, wobei auch jede geäußerte Abstufung in der Größe des Helligkeitsunterschiedes zu Protokoll genommen wurde. Die Zahlen geben die direkt abgelesenen Spaltbreiten an, die jedoch wegen der Lage des Nullpunktes noch einer Korrektur von $3\,^3/_4$ Teilstrich bedurften. Es kam natürlich auch vor, daß zur Bestimmung eines Punktes mehrere Stunden nötig waren, einmal in größeren Schritten eine ungefähre Feststellung der Lage der Gleichheit, dann eine genauere Einstellung.

Mittw., d. 17. Aug. 04. $v = 100^{\sigma}$ $n = 50^{\sigma}$
Beob.: Büchner. Experimentator: Keller.

9	*he*	*du*	*du*		
$9^1/_2$	△*du*	△*du*	△*du*		
10	*du*	*du*	△*du*		
$10^1/_2$	*gl*	*du*	*du*	*du*	
11	*du*	*du*	*du*		
12	*gl*	*gl-du*	*gl-du*	*gl*	
	gl	*gl*	*gl-du*		
$12^1/_2$	*he*	*gl-du*	*gl-du*	*he*	
	he	*he*			
12	*gl-du*	*gl*	*gl-he*	*gl*	
$11^3/_4$	*gl*	*gl-du*	*gl-he*	*gl-*△*du*	*gl-*△*du*

Gleichheit 12

Mont., 22. Aug. 04. $v = 100^{\sigma}$ $n = 60^{\sigma}$
Beob.: Büchner. Exp.: Keller.

11	*du*	*du*		
$11^1/_2$	*du*	*du*		
12	*du*	*du*		
$12^1/_2$	*du*	*gl-*$\triangle^3$*du*	*gl*	
13	*gl-*△*he*	*gl*	*gl-(he)*	
$13^1/_2$	*he*	*he*		
13	*gl-*△*he*	*gl-*△*he*		
$12^3/_4$	*(gl-*△*du)*	*(gl-he)*	*gl*	*gl*

Gleichheit $12^3/_4$
△*du* = wenig dunkler, eine Idee dunkler u. dgl.

Die auf diese Weise gewonnene Kurve (Fig. 4) zeigte nun als erstes Hauptresultat ungemein deutlich eine Schwingung, die ich zuerst auf eine Ungenauigkeit des Spaltes zurückzuführen geneigt war, obgleich ich früher bei der Eichung nichts davon bemerkt hatte. Diese ersten Versuche hatte ich mit Herrn Dr. Wirth angestellt, der in optischen Beobachtungen eine besondere Übung besaß, so daß ich diese Schwingung nicht als Versuchsfehler ansehen konnte, um so weniger, als sie so regelmäßig verlief. Ich stellte nun selbst diese Beobachtungen nochmals an und fand das gleiche Resultat. Um zu sehen, ob diese Schwingung durch den Spaltapparat verschuldet war, mußte ich denselben Verlauf durch andere Spaltbreiten messen und erreichte dies dadurch, daß ich ausnahmsweise eine andere Dauer für den Vergleichsreiz nahm: statt 100^{σ} etwa 53^{σ}. War die Schwingung im Verlaufe des Anstieges, so mußte sie in derselben Art und Weise wiederkehren; war sie im Spaltapparat, so mußte sie sich zwischen den Spaltbreiten 0 bis 30, wo sie vorher erschienen war, auch jetzt wieder zeigen, in diesem Falle also im Intervall bis 53^{σ}. Das Resultat dieser Untersuchung zeigt Fig. 5. Berücksichtigt man außerdem, daß nach Fig. 4 bei 53^{σ} nur etwa $^{16}/_{30}$ der bei 100^{σ} erreichten Helligkeit zur Geltung kommen, verkürzt also die Ordinaten der beobachteten Kurve I in Fig. 5 im Verhältnis 16 : 30, so erhält man eine

Kurve II, die fast vollständig mit der in Fig. 4 gezeichneten übereinstimmt. Dadurch war sicher erwiesen, daß die beobachtete Schwingung tatsächlich im Verlaufe der Erregung liegt.

Nachdem ich so bereits im Anfang des W. S. 1904/05 diese Schwingung festgestellt hatte, ging ich nun daran, den Verlauf der Kurve bei jener Vergleichsreizdauer von 100^{σ} und der Helligkeit von 0,145 Meterkerzen weiter zu verfolgen. Es zeigt diesen Verlauf die Kurve II in Fig. 6. Die angefangene Schwingung setzt sich in einer Periode von ungefähr 80^{σ} fort, die sich allerdings nach und nach etwas zu verkürzen scheint und deren Amplitude sich zugleich bei diesem Verlaufe vermindert. Mit der dritten Welle erreicht der Anstieg etwa bei 200^{σ} sein Maximum. Danach fällt die Kurve ziemlich steil ab, um sich dann wieder etwas zu heben und dem jedenfalls gleichförmig sich langsam senkenden Verlaufe bei längerer Dauer zuzustreben, doch konnte ich diesen Verlauf nicht weiter verfolgen, und lag es auch nicht in meiner Absicht.

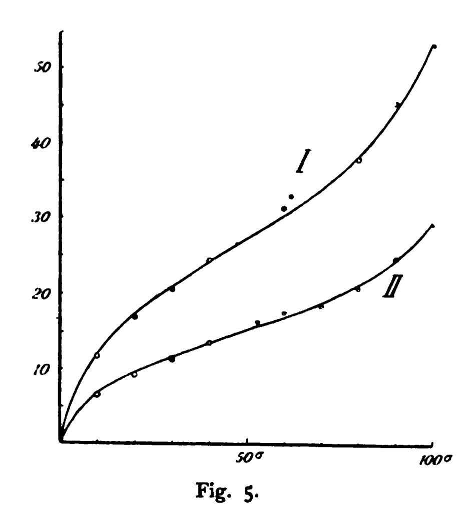


Fig. 5.

Da sich der Verlauf so exakt verfolgen ließ, so untersuchte ich nun eine geringere Helligkeit (0,072 Meterkerzen), um speziell auch über die eventuelle Veränderung der Maximalzeit etwas zu erfahren. Diese Abschwächung bewirkte ich durch ein dunkles Glas, das nur die Hälfte der Helligkeit durchließ und vor dem Spalte des Normalreizes befestigt wurde. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt Kurve I in Fig. 6. Das Maximum liegt bei etwa 230^{σ} und ist unzweifelhaft vom vorigen verschieden. Bei dieser geringen Helligkeit kamen aber die Schwingungen kaum deutlich zur Geltung, wie ja zu vermuten war. Zugleich stimmt die Maximalzeit mit der von Dürr bei Dunkeladaptation gefundenen ziemlich gut überein; auch war in der Tat nach meiner Erkundigung die von Dürr gewählte Helligkeit sehr gering. Dagegen konnte ich die von Dürr ausgesprochene

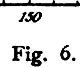


Fig. 6.

Fig. 7.

Vermutung einer konstanten Maximalzeit für verschiedene Intensitäten nicht bestätigen; denn eine von der Intensität abhängige Variation der Maximalzeit war schon jetzt unverkennbar und wurde durch eine dritte Untersuchung noch deutlicher.

Um mich über die Verhältnisse der Schwingung noch genauer zu orientieren, untersuchte ich den Verlauf bei einer Helligkeit von 0,26 Meterkerzen, indem ich das als Lichtquelle dienende Milchglasfenster, wie schon erwähnt, mit zwei Bogenlampen erleuchtete. Das Resultat wird durch Kurve III in Fig. 7 veranschaulicht. Die Schwingungen sind hier wieder vollständig ausgeprägt; wieder wird mit der dritten Schwingung das Maximum erreicht, und zwar bei einer bedeutend kürzeren Zeit, bei 120^{σ}. Entsprechend dem steileren Anstiege ist auch der Abfall nach dem Maximum jäher und tiefer, und die Kurve erhebt sich nach diesem Abfall wieder ganz deutlich; weitere Schwingungen prägen sich noch aus, und allmählich scheint sich ein ruhigerer Verlauf bei länger dauernder Reizung einzustellen. (Eine weitere Diskussion der Resultate findet sich am Schluß bei gleichzeitiger Verwertung der Resultate bei Helladaptation.)

Erläuterungen zu Tabelle I.

Die ersten beiden Kolonnen geben die von mir beobachteten Spaltbreiten und die Anzahl der zur Feststellung des Punktes benötigten Versuche; die übrigen Punkte sind dann nochmals von den angegebenen Versuchspersonen beobachtet.

Tabelle

$n = 0,145$ *M.K.* $z = 53^{\sigma}$ $n = 0,145$ *M.K.* $z = 100^{\sigma}$

Normalreiz in σ	Büchner		Beobachter	Spaltbreiten	Anzahl der Versuche		Büchner		Beobachter	Spaltbreiten	Anzahl der Versuche	Beobachter	Spaltbreiten	Anzahl der Versuche
	Spaltbreiten	Anzahl der Versuche					Spaltbreiten	Anzahl der Versuche						
10	11,75	33					5,50	52	Dr. Wirth	5,50	23			
20	17,—	30					8,50	48	»	8,65	25			
30	20,75	27	Salow	20,75	16		11,—	33	»	11,—	50			
40	24,75	53					13,50	31	»	13,75	23			
53	30,25	36				50	15,75	24,38	»	15,75	20	Wabeke	15,60	25
60			Salow	31,75	18		16,50	20	»	16,75	32			
70	33,75	32					18,50	29	»	18,25	23			
80	38,25	35					20,75	24	»	21,25	19	»	20,75	16
90	45,75	32	Salow	46,75	18		24,50	29	»	24,25	50	»	23,75	39
100	53,75	30	Salow	53,75	13	100	30,25	33	»	30,—	14			
110							33,—	23	Kästner	33,75	18			
120							35,50	22						
130							36,75	25	Salow	36,75	16			
140							38,50	23	Kästner	38,75	19			
150						150	40,80	21	Salow	41,25	15			
160							45,25	20	»	44,75	16			
170							47,75	33						
180							49,75	33						
190							51,25	35						
200						200	51,75	41						
210							50,75	35	»	50,75	17			
220							45,75	31	»	44,75	16			
230							38,75	27						
240							37,25	16						
250						250	36,25	49						
260							34,75	25						
268							32,75	15	Kästner	32,75	23			
280							31,—	31	Salow	30,75	20			
290							32,25	34						
300						300	32,75	23	»	32,75	18			
310							33,25	28						
320							33,25	18						

Sa.: 3439 Versuche, 140 beobachtete Punkte;

I.

$n = 0{,}072$ *M.K.* $z = 100^{0}$ $n = 0{,}26$ *M.K.* $z = 100^{0}$

	Büchner		Beobachter	Spaltbreiten	Anzahl der Versuche		Büchner		Beobachter	Spaltbreiten	Anzahl der Versuche
	Spalt-breiten	Anzahl der Versuche					Spalt-breiten	Anzahl der Versuche			
							11,—	18	Büchner	11,—	26
Kästner	6,50	12	Salow	6,75	14		13,25	27			
	9,25	22	»	9,25	13		14,75	28			
	10,—	25	»	10,—	18		15,50	31			
50	11,10	29				50	17,25	32	Keller	17,50	22
	11,80	27	Kästner	11,80	21		21,85	32			
	12,75	27					23,50	23			
	14,50	38					24,—	26			
	15,75	30					27,—	22	»	27,25	19
100	16,75	32	Salow	16,—	24	100	30,—	14			
	17,—	32					31,12	38			
	18,75	36					31,25	18	»	31,25	17
	21,25	32					30,—	13	»	30,12	14
	22,75	30,29					24,80	22	»	25,—	19
150	24,25	35	»	24,25	17	150	22,25	18			
	25,50	22	»	25,50	19		20,50	23	»	20,75	12
	27,25	25	Kästner	27,25	27		26,25	16	Büchner	26,25	23
	28,30	29					24,50	17	»	24,66	20
	28,70	27					24,75	21			
200	30,—	25	Salow	30,—	21	200	27,25	21			
	30,70	27									
	31,25	32					25,75	24			
	31,75	24	Kästner	31,75	14						
	28,75	23	Salow	28,75	19		23,25	16			
250	25,25	20	»	25,50	17	250					
	24,—	29					22,—	21			
	23,75	24									

pro Punkt durchschnittlich 25 Versuche.

Versuchsanordnung für Helladaptation.

Wegen der geringen Helligkeit des Beobachtungsfeldes, die sich in der vorigen Anordnung nicht wesentlich vergrößern ließ, war diese Anordnung für Helladaptation nicht beizubehalten. Vielmehr mußte ich zur Erreichung einer größeren Helligkeit einen Vorteil aufgeben, nämlich den momentanen Abschnitt der Erleuchtung und Verdunkelung der Felder. Hier erfolgte der Abschnitt durch den Vorbeigang der betreffenden Kante des in der vorigen Anordnung verwendeten Sektors über die Breite des Beobachtungsfeldes, doch kam eine vollständig gleichmäßige Empfindung auf dem ganzen Felde zustande.

Eine bei allen Versuchen gleichmäßige Adaptation wurde dadurch erreicht, daß der Beobachter auf einen Schirm *F* von weißem Papier

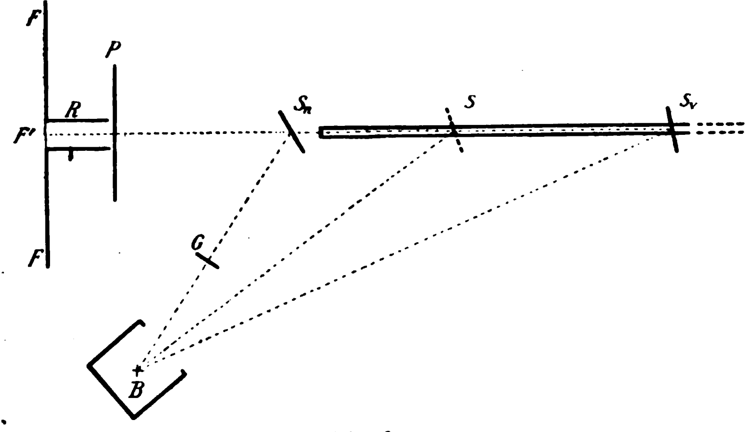


Fig. 8.

blickte, der von zwei, rückwärts rechts und links über dem Kopfe des Beobachters befindlichen elektrischen Glühlampen erleuchtet war. Die genaue Bestimmung der Helligkeit dieses Schirmes ergab 18,5 Meterkerzen. Auch der Tisch vor dem Schirme war mit diesem Papier bekleidet, so daß der Beobachter zur Einhaltung der Adaptation nicht fortwährend geradeaus zu blicken brauchte, sondern auch bequem die Augen senken konnte, ohne die Adaptation zu stören. Dieses weiße Papier, ein gutes gleichmäßiges Schreibpapier, war glatt auf ein Brett aufgezogen, das in der Mitte eine größere Öffnung *F'* besaß, so daß diese Stelle des weißen Schirmes gleichzeitig von rückwärts erleuchtet werden konnte. Durch diese Öffnung wurden nun

von rückwärts die Helligkeiten vom Normal- und Vergleichsreiz auf den weißen Schirm geworfen; das durchgelassene Licht kam dann zur Beobachtung. Die Beobachtungsfelder lagen demnach in der Adaptationsfläche; ein Punkt zwischen beiden Feldern ermöglichte eine exakte Fixation; die Entfernung des Auges von den Feldern betrug wie bei Dunkeladaptation 65 cm.

Als Lichtquelle diente hier, und auch wieder für beide Reize, eine Projektionsbogenlampe *B*, die ihre größte Helligkeit frei nach vorn, also ohne Zwischenschaltung der Projektionslinsen, ausstrahlte. Durch den feststehenden Spiegel *Sn* wurde aus dem Lichtkegel der Bogenlampe die zu untersuchende Normalhelligkeit *n* von rückwärts auf den weißen Schirm geworfen, und die variable Vergleichshelligkeit *v* durch einen zweiten Spiegel *Sv*, der auf einer optischen Bank verschoben und durch den die Länge des Weges der Lichtstrahlen und damit die Helligkeit des Feldes verändert werden konnte. Beide Spiegel waren von extradünnem Glase und aus einem Stücke geschnitten, so daß ich sie als gleich ansehen konnte.

Spiegel *Sn* stand außerdem derart, daß er das von ihm beleuchtete Feld vor den von *Sv* ausgehenden Strahlen schützte. Dadurch ließ sich erreichen, daß beide Felder eng nebeneinander lagen, nur durch einen 1 mm breiten Streifen eines Diaphragmas getrennt, das ich, um eine scharfe Begrenzung der Felder zu ermöglichen, auf der Rückseite des Beobachtungsschirmes angebracht hatte. Damit ich nun auch die Helligkeit des Feldes von *Sv* bequem größer machen konnte als die von *Sn* und *Sn* sein Feld vor den Strahlen von *Sv* schützte, setzte ich vor *Sn* ein dunkles Glas *G*. Dies hatte die Wirkung, als wenn ich *Sn* ein Stück nach rückwärts verschoben hätte, etwa in die Stellung *S*. Die Normalhelligkeit entsprach also dem Wege *BSF*, und die Vergleichshelligkeit ließ sich durch einfaches Verschieben von *Sv* über die Stellung *S* ohne jedes Hindernis größer machen als die Normalhelligkeit.

Durch diese enge Aneinanderlage der Bilder ließ sich auch das vorhin beschriebene Pendeltachistoskop als konstanteste Zeitmessung verwenden, nur für die genaue Abstufung der ganz kurzen Zeiten bei Untersuchung der größten Helligkeit mußte ich es durch ein Falltachistoskop (vgl. Wundt, Studien, Band 16, S. 380ff.) ersetzen. Im letzteren Falle lagen die Beobachtungsfelder horizontal nebeneinander,

doch blieb dabei die Anordnung in ihren Grundzügen unverändert. Das Pendel- bzw. Falltachistoskop P stand kurz hinter dem weißen Schirm, und im Raume zwischen F und P war zur möglichsten Abhaltung von Nebenlicht ein Rohr R für den Gang der Lichtstrahlen angebracht. Die ganze Anordnung befand sich im Dunkelzimmer, dessen schwarze Wände, Tische usw. das von der Bogenlampe ausgestrahlte Licht nur wenig reflektierten. Dieses Nebenlicht war äußerst gering gegenüber den zur Verwendung kommenden Helligkeiten, wurde aber doch gemessen und mit in Rechnung gezogen.

Die Helligkeit der Bogenlampe war ungefähr 380 Meterkerzen, doch das Papier des weißen Schirmes ließ nur 23,7 % des auffallenden Lichtes hindurch, so daß etwa 90 Meterkerzen zur Verwendung kamen. Aus den Entfernungen $BSnF'$ bzw. $BSvF'$ ließ sich dann leicht die Helligkeit der Beobachtungsfelder berechnen, und es sind diesbezügliche Angaben bei der Besprechung der Resultate zu finden. Die Verluste des Spiegels kommen nicht in Betracht, da auch bei der photometrischen Bestimmung der Helligkeit der Bogenlampe der Spiegel Sv zwischengeschaltet war.

Resultate aus den Beobachtungen bei Helladaptation.

Mit dieser neuen Anordnung machte ich zunächst einige Versuche zur Feststellung der Maximalzeit nach der bekannten Exnerschen Methode, wodurch auch für Helladaptation eine Abhängigkeit der Maximalzeit von der Intensität nachgewiesen wurde.

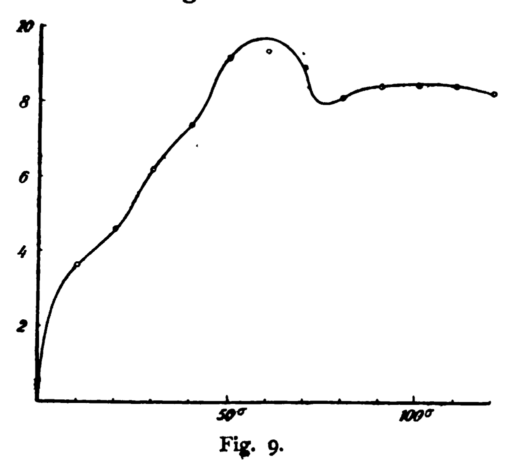


Fig. 9.

Nun untersuchte ich den Anstieg einer Helligkeit von 9 Meterkerzen; die Dauer des Vergleichsreizes war 53^{σ} (den Sektor von 53^{σ} konnte ich von der Dunkeladaptation her verwenden). Das Resultat zeigt die Kurve Fig. 9. Der Anstieg erfolgt in derselben Art und Weise wie bei Dunkeladaptation. Die Erregung erreicht mit der dritten Schwingung

bei etwa 60^{σ} ihren Höhepunkt, fällt rasch ein wenig und steigt darauf wieder um ein geringes, sich dann der dauernden Helligkeitsempfindung zuwendend, die sich durch ein langsames Senken auszeichnet.

Gegenüber den Beobachtungen bei Dunkeladaptation fällt es auf und kehrt bei allen Untersuchungen für Helladaptation wieder, daß der oszillatorische Hauptvorgang, der sich in dem kurzen Abfall nach dem Maximum äußert, schnell zur Ruhe kommt, und daß die Dauererregung nur wenig vom Maximum überschritten wird. (Die Zusammenstellung der Beobachtungen für Helladaptation findet sich in Tabelle II.)

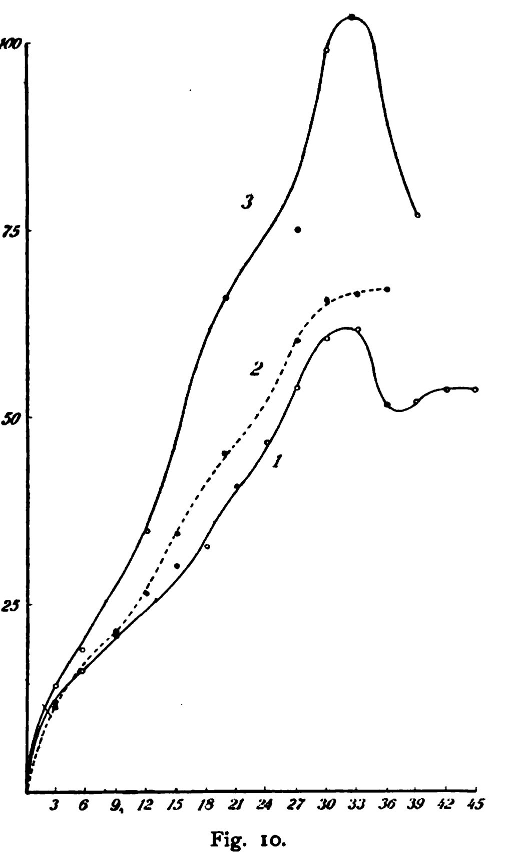


Fig. 10.

Zur Untersuchung einer größeren Helligkeit, deren Anstieg in ganz kurzer Zeit erfolgen mußte, wäre die Abstufung von 10^{σ} zu 10^{σ} nicht ausreichend gewesen. Um noch geringere Zeitintervalle genauer messen zu können, als dies beim Pendeltachistoskop möglich war, benutzte ich ein Falltachistoskop (vgl. S. 19). Als Dauer des Vergleichsreizes nahm ich 20^{σ}; die Abstufung erfolgte von 3^{σ} zu 3^{σ}, und konnte ich in diesen Intervallen bis 45^{σ} fortschreiten. Wie schon erwähnt, machte es sich hier notwendig, die Felder für Normal- und Vergleichsreiz nebeneinander zu legen. Die Untersuchung zeigt Kurve 1 in Fig. 10. Die übergelagerten Schwingungen treten hier nicht so deutlich auf; das Maximum wird bei dieser Helligkeit von 57 Meterkerzen bereits bei 33^{σ} erreicht; auch ist

der Abfall nach dem Maximum entsprechend der größeren Helligkeit tiefer.

Ein Ergebnis jedoch war sehr interessant: es stellte sich nämlich heraus, daß die Erregbarkeit für verschiedene Stellen der Netzhaut verschieden war.

Indem bei Helladaptation die Fixation genau innegehalten werden kann und sich während der kurzen Zeit bis 45^{σ} kaum ändert, zeigte es sich, daß die Felder, wenn sie nebeneinander lagen und, wie ich anfangs versuchte, eine Breite von etwa $2^1/_2$ Grad einnahmen, besonders in den Außenteilen nicht gleichmäßig erschienen. Mir schien das rechte Feld, einem andern Beobachter das linke Feld bei kurzen Reizen an der Außenseite von einem etwas dunkleren Streifen begrenzt. Ich verringerte daher die Größe des Beobachtungsfeldes auf die Hälfte, so daß das Feld gleichförmig erschien, und führte damit die Untersuchung der Kurve 1 durch. Dabei hätten die bei normaler Betrachtung gleich erscheinenden Helligkeiten von Normal- und Vergleichsreiz auch bei 20^{σ}, der Dauer des Vergleichsreizes, gleich erscheinen sollen; das war aber nicht der Fall; vielmehr erschien mir das rechte Beobachtungsfeld heller. Es ergab sich also eine Verschiedenheit der Erregbarkeit, und zwar eine Benachteiligung der linken (nasalen) Seite der Netzhautmitte, bzw. eine Steigerung der Erregbarkeit für die temporale Seite der Netzhautmitte.

War dies Ergebnis richtig, so mußte sich die so deutliche Benachteiligung des linken Feldes gegenüber dem rechten in einen Vorteil verwandeln, wenn ich die Raumlage der Felder umkehrte. (Die Anstiegskurve mußte bei demselben Maßstab größere Ordinaten aufweisen.) Ich bewirkte eine solche Vertauschung, indem ich durch einen 45° gegen die Ebene der Felder geneigten Spiegel beobachtete. Die Untersuchung bestätigte denn auch das frühere Ergebnis, wie Kurve 3 zeigt (Fig. 10).

Bei Übereinanderlage der Felder (auch durch Einführung eines Spiegels bewirkt) ergaben sich für einen andern Beobachter Zwischenwerte: Kurve 2 in Fig. 10.

Eine solche Differenz für verschiedene Sehfelder feststellen zu können, war sehr wesentlich, und konnte nur durch die genaue Fixation bei Helladaptation erkannt werden, indem bei den hier verwendeten

Tabelle II. Beobachter: Büchner und teilweise (bei $n = 57$ *M.K.*) Deuchler.

$n = 9$ *M.K.* $s = 53^0$

Normalreiz in σ		Vergleichsreiz in *M.K.*	Anzahl der Versuche
10		3,62	21
20		4,58	34
30		6,18	23
40		7,33	37
50		9,13	14
60		9,32	28
70		8,90	38
80		8,09	32
90		8,42	30
100		8,44	36
110		8,42	45
120		8,25	29

$n = 57$ *M.K.* $s = 20^0$

Normalreiz in σ		Vergleichsreiz in *M.K.*	Anzahl der Versuche		Vergleichsreiz in *M.K.*	Anzahl der Versuche		Vergleichsreiz in *M.K.*	Anzahl der Versuche
3		11,96	30		13,9	31	Deuchler	11,1	49
6		16,1	37		18,8	42			
9		20,8	47				»	21,3	26
12		26,5	34		34,9	20			
15		30,2	38				»	34,6	25
18		32,9	36						
20					66,1	16	»	45,2	23
21		40,9	36						
24		46,9	35						
27		54,2	18		75,2	28	»	60,6	27
30		60,7	19		99,4	43	»	65,7	21
33		61,9	19		102,9	24	»	66,6	23
36		51,9	40				»	67,3	32
39		52,4	24		77,2	31			
42		53,9	12						
45		53,9	16						

Sa.: 1646 Versuche; 55 beobachtete Punkte;
pro Punkt durchschnittlich 30 Versuche.

$n = 15{,}5$ *M.K.* $s = 320^0$

Normalreiz in σ		Vergleichsreiz in *M.K.*	Anzahl der Versuche
10		5,87	33
20		7,77	18
30		9,30	26
40		11,20	24
50		12,60	27
60		15,20	25
70		15,90	20
80		14,60	44
90		14,80	46
100		14,80	27
110			
120			
130			
140			
150		13,10	49
160			
170			
180			
190			
200		12,60	38

kurzen Zeiten Blickschwankungen nur in äußerst beschränktem Maße sich geltend machen konnten.

Die Schwierigkeit, eine genaue Fixation einzuhalten, was auch frühere Autoren hervorheben, fand ich schon, als ich mit langdauern-

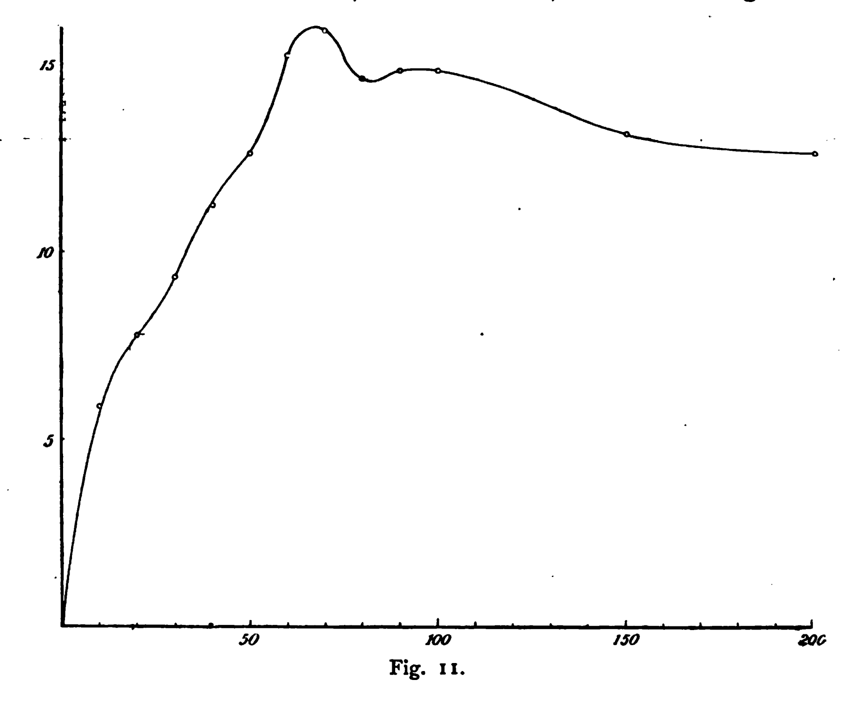


Fig. 11.

den Vergleichsreizen von 320$^{\sigma}$ eine Anstiegskurve untersuchte. Die Felder liegen wieder übereinander und die Kurve zeigt denselben charakteristischen Verlauf für Helladaptation: Fig. 11. Er ist nicht wesentlich verschieden von dem der Dunkeladaptation, nur viel träger.

Endergebnis.

Es fragt sich zunächst, ob die vorliegenden Untersuchungen mit denen andrer Autoren in Einklang stehen. Es kommen hier die Untersuchungen von Charpentier, Heß und Mc Dougall in Betracht, die mit bewegten Bildern arbeiteten. Charpentier und Mc Dougall verfolgen beide durch das Prinzip der rotierenden Scheiben den Vorgang im Sehorgan nach einer einmaligen sehr kurzen Reizung: Dabei finden sie einen ausgesprochenen oszillato-

rischen Verlauf des dem einmaligen momentanen Reize folgenden Eindruckes, indem abwechselnd helle und dunkle Streifen sichtbar werden. Zugleich kommt dort zum Ausdruck, daß dieses Phänomen des oszillatorischen Verlaufes eintritt bei jeder größeren plötzlichen Zustandsänderung; besonders ausgeprägt sein muß es demnach bei Dunkeladaptation und großen Helligkeiten.

Der Effekt einer solchen plötzlichen Zustandsänderung müßte sich nun auch wenigstens im Anfange des Verlaufs eines länger gebotenen Reizes als ein oszillatorischer Verlauf der Anstiegskurve zeigen. Einen solchen hat in der Tat bereits Heß (S. 1, a) bei Benutzung von bewegten Reizlichtern konstatiert: Das von ihm dort[1]) angegebene Schema für den Anstieg (Fig. 12) deckt sich vollständig mit dem

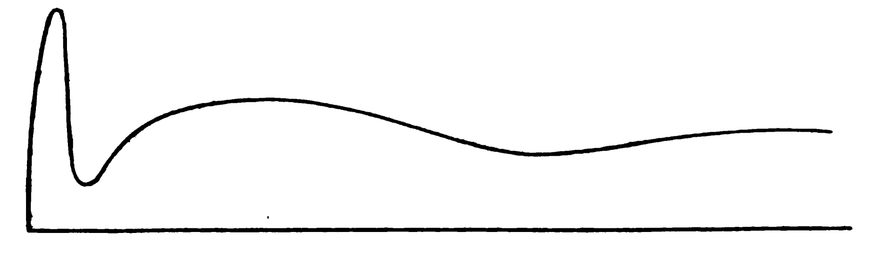


Fig. 12.

Grundzuge des in Fig. 7 angegebenen Verlaufes nach vorausgegangener Dunkeladaptation. Durch diese kam auch bei den sehr geringen Helligkeiten Fig. 6 der allgemeine schematische Verlauf zur Geltung. Der steile Abfall nach 120^{σ} entspricht der tiefen Senkung im Heßschen Schema und würde bei größeren Helligkeiten jedenfalls noch tiefer und in kürzerer Zeit nach Beginn der Reizung erfolgen. Die Erscheinung des oszillatorischen Verlaufs, wie sie Heß bei bewegten Reizlichtern findet, ist somit auch bei ruhenden Bildern festgestellt.

Überdies findet sich bei den vorliegenden Versuchen für Hell- und Dunkeladaptation außer jenen großen Hauptoszillationen, die wir auch bei Heß fanden, eine weitere ausgeprägte Schwingung, die im ganzen Verlaufe sicht zeigt und ungefähr dreimal so schnell wie die erwähnte Hauptschwingung erfolgt.

Ein solcher ausgesprochener oszillatorischer Verlauf steht völlig

---

[1]) Pflügers Archiv, Bd. 101, S. 250.

in Einklang mit den von Charpentier und Mc Dougall angegebenen Oszillationen nach einmaliger momentaner Reizung. Im vorliegenden Falle zeigt sich allerdings eine Abhängigkeit der Dauer der Schwingungen von der Intensität, die Charpentier nur innerhalb sehr enger Grenzen findet. Doch verwendete dieser stets große Helligkeiten, bei denen sich keine große Differenz in der Schwingungsdauer geltend machen konnte. Ob die Schwingungen Charpentiers mit der Hauptoszillation oder mit den kleinen übergelagerten Schwingungen identisch sind, läßt sich ohne exakte Helligkeitsangabe nicht entscheiden. Entsprechen, wie ich vermute, die Schwingungen Charpentiers der Hauptoszillation, so wären die kleinen Schwingungen diejenigen, die er zur Vervollständigung seiner Theorie sucht (Arch. de phys. norm. et path. 1896: Nouvelles recherches sur les oscillations rétiniennes).

Was den Streit zwischen Exner und Heß anbelangt, so möchte ich dazu folgendes bemerken: Der von Exner verlangte Nachweis, daß der durch Heß bei bewegten Bildern festgestellte oszillatorische Verlauf auch bei ruhenden Bildern stattfinde, ist durch die vorliegenden Untersuchungen geliefert. Aber aus einer solchen einzigen Anstiegskurve auf einen Widerspruch mit dem Talbotschen Gesetz zu schließen, ist ganz unstatthaft; denn die hier auftretende plötzliche Zustandsänderung ist nicht zu vergleichen mit dem Totaleffekt, der bei rotierenden Scheiben erreicht wird. Wenn Heß dagegen vermutet, daß die Hauptschwingung in bedeutend kürzerer Zeit als bei Exner erfolgt, der das Maximum seiner Intensität bei 166^{σ} findet und dessen Kurve als ganz falsch bezeichnet, so geht er auch zu weit; denn es ist sicher, daß bei geringen Helligkeiten das Maximum sehr weit hinausrückt. Zu vermissen ist allerdings in der Exnerschen Arbeit eine Angabe über die Adaptationsverhältnisse. Eine größere Annäherung an die Exnersche Kurve zeigen dagegen die bei Helladaptation gefundenen Kurven (z. B. Fig. 11). Daß kurz nach dem Maximum ein geringer, aber ziemlich steiler Abfall erfolgt, hat Exner deshalb übersehen, weil er das Maximum bei 166^{σ}, den nächsten Punkt seiner Kurve aber erst bei 360^{σ} beobachtet. Es mußten ihm dadurch die dazwischenliegenden oszillatorischen Vorgänge entgehen. Exner rundet das Maximum seiner Kurve auf 200^{σ} ab, während er es bei 166^{σ} beobachtet. Der Knick, der ohne diese Abrundung sich

ergeben hätte, stände dann mit dem plötzlichen Sinken der Kurve, das ihm jedoch entgehen mußte, völlig im Einklang. Weiterhin fällt die Kurve langsam ab, und ebenso stimmt der Anstieg, abgesehen von den Schwingungen, mit dem von Exner skizzierten annähernd überein, obgleich er seine Kurve unter andern Voraussetzungen konstruiert hat; doch würde dies nur eine geringe Veränderung in der Höhe der Ordinaten mit sich bringen.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse für Dunkel- und Helladaptation läßt sich schließlich über die Niveaufläche der Helligkeitserregung folgendes sagen:

Auf dem angegebenen Querschnitte (das ist für eine bestimmte Intensität) steigt aus der Nullage, der vollständigen Dunkeladaptation, die Helligkeitserregung wellenförmig an bis zu ihrem Maximum, dann folgen ein oder mehrere, zuerst tiefere, dann flacher werdende Täler, bis diese Wellen in ein ziemlich ebenes Stück, das sich in geringem Maße senkt, übergehen. Wie ich von der Nullebene, der Dunkeladaptation, ansteige, so kann ich auch von einer bestimmten Adaptationslage ausgehen. Ich stelle diese wieder als eine Ebene dar und setze eine zweite Helligkeit auf; dann erfolgt deren Anstieg in genau derselben Art und Weise wie ein Anstieg aus der Nullage, nur sind die Täler nicht so tief eingeschnitten. Erwähnen muß ich noch, daß das analoge Problem, von einer bestimmten Helladaptationslage ausgehend den Abfall, d. h. den Verlauf der Erregung bei einer plötzlichen Verdunkelung, zu verfolgen, in derselben Art und Weise untersucht werden kann.

Wie sich aber die absoluten Höhen in dieser Niveaufläche der Helligkeitserregung verhalten, das ist Sache des psychophysischen Problems.

Eine Veranschaulichung und Nachprüfung meiner Resultate, die zugleich ein Stück aus dieser Niveaufläche vorführt, ließ sich auf die folgende Art erreichen:

Der erwähnte Sektor des Pendeltachistoskops wurde in nebenstehender Form gearbeitet: Fig. 13. Er schwang vor einem 1 cm breiten, 3 cm langen, gleichmäßig hellen Felde in der angegebenen Richtung und bot so die verschiedenen Zonen des Feldes verschieden lange. Es bewegte sich scheinbar die Helligkeit des Feldes von oben

nach unten, bis schließlich beim Vorbeigehen der Kante *k* das ganze Feld plötzlich abgeschnitten wurde, und zwar war die oberste Zone 270^{σ} erhellt, jede tiefer liegende Zone eine geringere Zeit bis zur

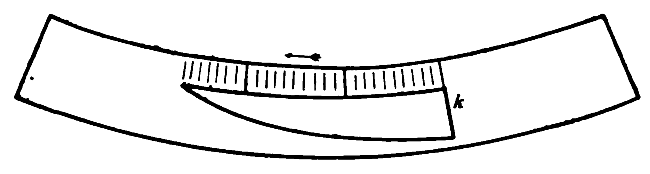


Fig. 13.

Grenze o herunter. Dieses Feld würde den Streifen parallel zur *x*-Achse aus der Niveaufläche (Fig. 1) herausgreifen, also den Anstieg der betreffenden Intensität bis 270^{σ} veranschaulichen. Dabei zeigte es sich, daß, wie zu erwarten war, das Feld nicht gleichmäßig hell erschien, vielmehr stieg die Helligkeit langsam an und erreichte ihr Maximum, welches sich bei größeren Intensitäten deutlich nach unten verschob. Bei Dunkeladaptation war ganz deutlich, bei Helladaptation in geringerem Maße ein dunkler Querstreifen kurz hinter dem Maximum zu sehen. Auch im Anstieg bis zum Maximum waren bei Dunkeladaptation Unregelmäßigkeiten zu erkennen, die Schwingungen in der Anstiegskurve. So gibt uns also diese Methode eine Illustration der auch auf anderm Wege untersuchten Erregungsvorgänge.

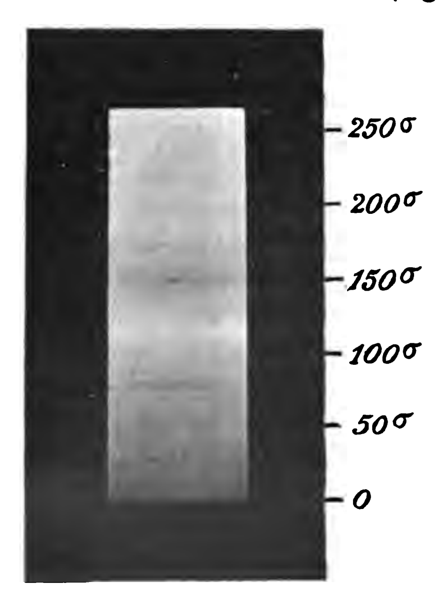


Fig. 14.

Nochmals kurz zusammengefaßt, lieferte die vorliegende Untersuchung folgende Resultate:

1. Für die betreffenden Intensitäten wird unter Annahme des erwähnten Maßstabes der Anstieg durch die gezeichneten Kurven dargestellt.

2. Die Maximalzeiten sind sicher abhängig von den verwendeten Intensitäten, und zwar werden sie bei Hell- und Dunkeladaptation kleiner mit zunehmender Intensität.
3. Der Anstieg der Helligkeitserregung ist ausgezeichnet durch Oszillationsvorgänge, die hier zum erstenmal mit ruhenden Bildern nachgewiesen sind, und zwar finden sich Schwingungen in größerer Zahl als bisher bekannt. Die Oszillationen treten bei plötzlichen größeren Unterschieden der Beleuchtung hervor, besonders nach vorangegangener Dunkeladaptation.
4. Der Anstieg ist nicht gleichmäßig für alle Stellen der Netzhaut, vielmehr sind schon innerhalb geringer Grenzen bedeutende Differenzen zu finden.

Ich kann nicht schließen, ohne Herrn Geheimrat Wundt meinen Dank für die Anregung und Förderung dieser Arbeit auszusprechen; desgleichen danke ich meinen Versuchspersonen für ihre Hilfe, besonders auch Herrn Dr. Wirth für manchen guten Rat.

Die Klarheitsgrade der Regionen des Sehfeldes bei verschiedenen Verteilungen der Aufmerksamkeit

von

Wilhelm Wirth.

Mit 14 Figuren im Text.

Einleitung.

In einer früheren Abhandlung: »Zur Theorie des Bewußtseinsumfanges und seiner Messung«[1]) war der Stand der Frage dargelegt und eine spezielle Methode zur experimentellen Analyse jenes Umfanges empfohlen worden, wobei die Anwendbarkeit an einem komplexeren Beispiel nachgewiesen wurde. Inzwischen gab ich auf dem Psychologen-Kongreß in Gießen[2]) nur vorläufige Mitteilungen über die seinerzeit noch unvollendete Bearbeitung einer einfachen Unterfrage jenes allgemeinen Problems, nämlich über den jeweiligen Momentanumfang der Gesichtswahrnehmung, was seitdem zu einem vorläufigen Abschluß gebracht und durch die versuchsweise Behandlung analoger Probleme auf andern Sinnesgebieten nebst einer Komplikation derselben ergänzt wurde. Hier folgt nun zunächst die Darstellung der relativ vollkommensten Versuche über die Gesichtswahrnehmung, unter ausschließlicher Voraussetzung jener erstgenannten Abhandlung.

Dort war wegen der Umstrittenheit der Begriffe des Bewußtseins selbst und der quantitativen Analyse seines jeweiligen Gesamtbestandes zunächst eine Erörterung der schwierigsten Vorfragen erforderlich, worauf die Aufgabe einer möglichst vollständigen Bestimmung des

---

[1]) Wundt, Phil. Stud. XX (Festschrift Bd. II), 1902, S. 487 ff.

[2]) Bericht über den I. Kongreß für experimentelle Psychologie in Gießen 1904. S. 72 f.

sog. Bewußtseinsumfanges auf konkrete Einzeluntersuchungen zurückgeführt werden konnte. Diese bestehen im wesentlichen in der quantitativen Bestimmung der gleichzeitig vorhandenen Klarheitsgrade oder Bewußtseinsgrade möglichst vieler Elemente und hinsichtlich ihrer verschiedenen Merkmale[1]) in dem stets möglichst ähnlich erneuerten[2]) Gesamtbestande, bzw. in einer Region desselben[3]), wobei natürlich der Nachweis des Daseins eines relativ gesonderten Elementes innerhalb des bewußten Momentanbestandes der besonderen Feststellung in der Selbstbeobachtung überlassen bleibt[4]). Die günstigsten Bedingungen für diese Feststellung überhaupt, die zugleich die Messung selbst relativ geringer Klarheitsgrade ermöglichen, erwartete ich von dem Vergleiche[5]) eines Bestandes mit einem zweiten kurzdauernden Bestande, der ohne Wissen des Beobachters in einem Element und hinsichtlich eines gewissen Merkmales[6]) von dem ersten abweicht, bzw. von dem einfachen Kontrast[7]) einer kurzdauernden Modifikation in einem im übrigen dauernd unterhaltenen Bestande. Dem höheren Klarheitsgrade wird hierbei eine feinere Unterschieds- bzw. Veränderungsschwelle entsprechen, deren Verhältnis zu der »Normalschwelle« für die Veränderung des nämlichen im voraus bekannten und maximal beachteten Elementes die größte Annäherung an ein vergleichbares Maß des Klarheitsgrades bieten dürfte[8]). Die Einschränkung einer bloßen »Annäherung« muß deshalb hinzugefügt werden, weil die bloße Absicht trotz der Anstrengung zur Herbeiführung der höchsten Klarheit noch nicht mit deren tatsächlicher Erreichung identisch ist, sondern für verschiedene Inhalte ungleich schwer und vollständig erfüllt zu werden pflegt. Da, bei der jeweiligen Variation nur eines einzigen Elementes in einem Einzelversuch[9]), für jede Schwellenbestimmung, wie in den sonstigen psychophysischen

---

[1]) S. 521, 568, 600 (623 f.).
[2]) S. 500 ff., 602 ff.
[3]) A. a. O. S. 494.
[4]) A. a. O. S. 620 f.
[5]) S. 565 ff., 591.
[6]) A. a. O. S. 611.
[7]) A. a. O. S. 604 ff., 609.
[8]) A. a. O. S. 597 ff.
[9]) A. a. O. S. 611.

Versuchen, eine Gruppe solcher Versuche erforderlich ist, so wird zur Registrierung der Klarheitsverteilung einer ganzen Region des Gesamtbewußtseins natürlich eine Reihe von Versuchsgruppen, entsprechend der Zahl der ins Auge gefaßten Elemente, mit fortwährender Wiederneuerung des nämlichen Gesamtbestandes notwendig werden. Eine derartige experimentelle Auswertung kann vorläufig nur bei der unmittelbaren Wahrnehmung simultan dargebotener Reize versucht werden, weil hier allein die experimentelle Beherrschung des zu messenden simultanen Bewußtseinsbestandes hinreichend garantiert ist [1]. Vor allem das Sehfeld bietet hierbei noch den besonderen Vorteil, daß jene erste, erkenntnistheoretisch den meisten Einwänden ausgesetzte Leistung unserer Vergleichsmethode, nämlich die Präsenz einer durch die kurzdauernde Veränderung nicht erst erzeugten, sondern nur auffälliger gewordenen Empfindung im Gesamtbestande nachzuweisen, bei der Kontinuität des Sehfeldes wenigstens für die nicht zu peripher gelegenen Stellen am leichtesten erreicht wird [2], während andere Sinnesgebiete, wenigstens beim gewöhnlichen Stande der Übung, hierin zurückstehen. Mehrmals war seinerzeit auch schon die einfachste Aufgabe auf diesem Gebiete hervorgehoben worden, die Schwellen für kurzdauernde Aufhellungen einzelner punktueller Stellen eines im ganzen fortgesetzt gleichmäßig erleuchteten Sehfeldes unter verschiedenen Verteilungen der Aufmerksamkeit abzuleiten, wie es nun im folgenden versucht wird. Die Helladaptation gewährleistet hierbei einfachere Ablaufsbedingungen der kurzdauernden Reizzuwüchse [3] und vor allem eine deutlichere Differenzierung der im ganzen höheren Schwellenwerte. Der einfachste Inhalt des Gesamtbestandes verschafft zugleich leichter zu übersehende psychologische Bedingungen [4] für die Merklichkeit der Veränderungen. Dabei ist die Auffassung der Variation auch wirklich von der bisherigen Klarheit der Stelle im Gesamtbestande abhängig zu denken, so daß sie nicht etwa als eine hiervon unabhängige »Veränderungsempfindung« aus jenem bewußten Zusammenhang mit dem unmittelbar vorhergehenden Bestand herausfällt [5].

[1] A. a. O. S. 499ff. und bes. S. 571.
[2] A. a. O. S. 622.
[3] A. a. O. S. 632.
[4] A. a. O. S. 619.
[5] A. a. O. S. 607.

Diese experimentelle Aufgabe verlangte nun, abgesehen von den willkürlichen Einstellungen der Aufmerksamkeit, deren Gelingen wir erst im Anschluß an unsere Ergebnisse weiter diskutieren werden, die Herstellung einer perimetrischen Anordnung, die neben der beliebigen und zunächst vor allem möglichst gleichmäßigen konstanten Belichtung des gesamten Sehfeldes einen beliebig lokalisierten kurzdauernden und exakt abstufbaren Reizzusatz in einer überall annähernd gleichen Gesichtswinkelausdehnung gestattete, dessen Raumlage außerdem auch dem Beobachter, abgesehen von der Wahrnehmung der Aufhellung selbst, weder direkt noch indirekt bekannt werden durfte. Ferner mußte jederzeit eine schnelle photometrische Bestimmung der in Betracht kommenden Reizintensitäten möglich sein. Erst die vierte der hierzu verwendeten Anordnungen schien allen Anforderungen hinreichend zu entsprechen. Obgleich die drei früheren Anordnungen einen ersten Überblick über einen wesentlichen Teil der quantitativen Beziehungen verschafften [1]) und besonders eine große Einübung des Beobachters herbeiführten, zumal von der zweiten ab ganz die nämlichen subjektiven Bedingungen erhalten blieben wie bei der vierten Anordnung, soll im folgenden nur ganz kurz auf sie Bezug genommen werden. Die hier beschriebenen Versuche der vierten Anordnung enthalten auch weitaus die größte Anzahl von Einzelversuchen und Verteilungsformen der Aufmerksamkeit unter Wiederholung aller früher vorgenommenen Versuchsgruppen. Sie erstrecken sich auf die Zeit vom 1. Juni bis 28. August 1904 [2]). Für die gütige Unterstützung mit den vielen hierzu notwendigen Hilfsmitteln möchte ich Herrn Geheimen Rat Wundt auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen. Bei den berichteten Experimenten halfen mir mit großer Ausdauer von den damaligen Mitgliedern des psychologischen Institutes in Leipzig die Herren Abel, Däbritz, A. Kästner, Ludwig, Mitzscherling und Thaer.

---

[1]) Dem Vortrage auf dem Kongreß in Gießen lagen die Versuche mit der zweiten Anordnung zugrunde (vgl. unten S. 37, Anm. u. a. a. O.).

[2]) Die erste Anordnung kam Mai und Juni 1903 zur Anwendung, die zweite, von Herrn Tridapalli geleitet, von Dezember bis April 1904, die dritte im Mai 1905.

Die Versuchsanordnung.

1. Das Projektionsperimeter. — Die optische Vorrichtung zu den momentanen Aufhellungen und zur dauernden Beleuchtung.

Nachdem bei der ersten Versuchsanordnung einfach noch ein gleichmäßig erleuchtetes ebenes Feld binokular beobachtet worden war, das ohne Schwierigkeit immerhin schon ein ziemlich großes Verteilungsbereich darbieten läßt, wurde schon von der zweiten Anordnung ab dauernd mit einem Perimeter gearbeitet, mit dem zugleich monokulare Beobachtung eingeführt wurde. Freilich sind dadurch die psychologischen Voraussetzungen in unserer Frage gegenüber der normalen binokularen Wahrnehmung nicht unwesentlich verändert. Doch sind die Reizbedingungen hier zunächst leichter zu übersehen und mit andern meist monokularen Perimeterversuchen vergleichbar, ohne daß freilich die Notwendigkeit der gelegentlichen Ergänzung durch binokulare perimetrische Versuche auf diesem Gebiete dadurch aufgehoben würde. Auch genügten jene frühesten Vorversuche mit etwa 160 Schwellenbestimmungen, um wenigstens die prinzipielle Übereinstimmung der beiderseitigen quantitativen Ergebnisse aufzuzeigen. Der Umfang der Einzelfragen erforderte ferner, zur Vergleichbarkeit der peripheren Versuchsbedingungen, die Beibehaltung des nämlichen (linken) Auges, was aber wohl eine viel geringere Einschränkung der Allgemeingültigkeit der psychologischen Ergebnisse bedeuten dürfte. Dabei hängt die relative Einfachheit der peripheren und zentralen Voraussetzungen bei monokularer Beobachtung auch hier vor allem von dem richtigen Gebrauch der Augenblende ab. Die Natürlichkeit der allgemeinen Einstellung wird durch den dauernden festen Verschluß des einen Auges wesentlich gestört; auch ist die Belanglosigkeit der extremen Adaptationsdifferenz beider Augen für den Verlauf der Erregungen noch keineswegs sicher nachgewiesen, obgleich dies hier weniger in Betracht käme. Wenn jedoch eine Blende ohne störenden Druck und rasch genug vor das Auge und wieder zurück geschoben werden kann, ohne, besonders am inneren Rande, an der Sicherheit ihres Abschlusses einzubüßen, so wird sie für solche Versuche am besten nur während der kurzdauernden Einzelversuche vorgeschoben. Dies läßt sich bald fast so einfach und sicher ausführen, wie der als störende Nebenarbeit vermiedene Lidschluß, ohne die Reinheit des objektiv gleichmäßig hellen Feldes wesentlich zu verändern.

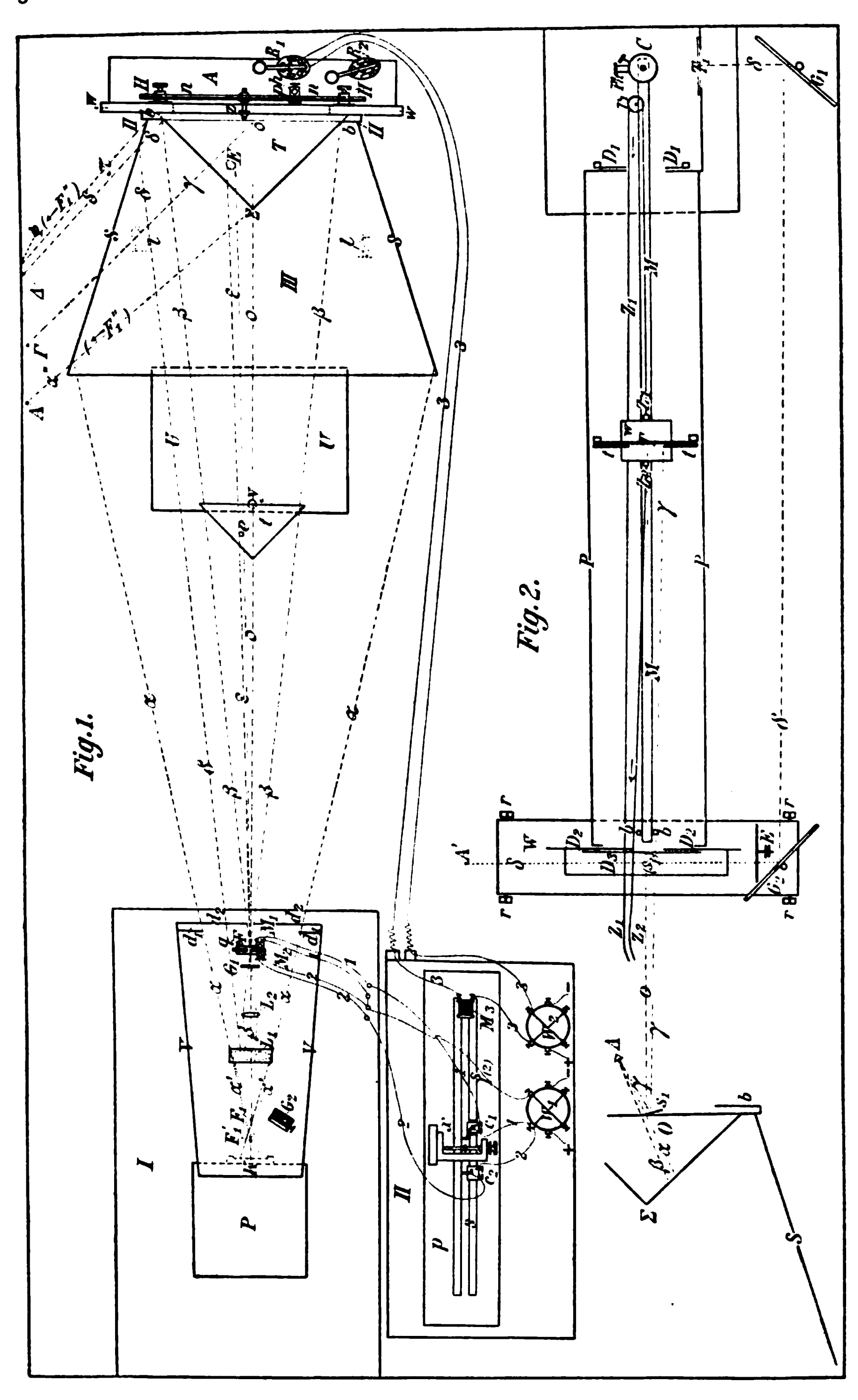
Zur gleichmäßigen konstanten Erleuchtung des perimetrischen Feldes und zur Verdeckung der übrigen Anordnung für den Beobachter ist nun eine geschlossene Transparentfläche erforderlich, auf welche von rückwärts die konstanten und die momentanen Zusatzlichter an beliebigen Stellen aufgesetzt werden können. Bei den von den Opthalmologen bereits verwendeten Halbkugelperimetern aus Milchglas wäre aber besonders die passende Applikation der zeitlich genau abgestuften kurzdauernden Zusatzreize nicht so einfach gewesen, wie wir es bei der Verwendung

der Projektionslampe mit tachistoskopischer Freilegung ihres Brennpunktes erreichen. Denn die Wölbung der Halbkugel läßt in der Peripherie die Strahlen eines axial konzentrischen Lichtkegels nicht mehr zur Geltung kommen, so daß Spiegelvorrichtungen notwendig würden. Dagegen lieferte ein einziger Strahlenkegel aus der elektrischen Projektionslampe P (Fig. 1) ohne weiteres die Zusatzlichter für sämtliche Punkte des Perimeters zusammen, und zwar in ihrer unmittelbar verwendbaren Richtung und Intensität, zugleich im Brennpunkt tachistoskopisch abstufbar, wenn wir als Perimeterfläche eine diffus transparente Kegelfläche benützten, welche koaxial gelegen und mit ihrer Spitze der Lampe zugekehrt ist, und in deren Basismittelpunkt sich das Auge befindet[1]).

Fig. 1 zeigt in $^1/_{20}$ der natürlichen Größe die optischen Verhältnisse dieser Anordnung im Grundriß, Fig. 4 in $^1/_{30}$ Größe das Projektionsperimeter, wie man es wegen dieser einfachen Verbindung mit der Projektionslampe nennen kann, von der Seite des Beobachters aus, also den Kegel von innen betrachtet. In Fig. 1 liegt bei F, 57 cm von der vorderen Kollektorfläche der Lampe P in axialer Richtung entfernt, ein neuer Brennpunkt dieses Strahlensystems durch Vermittlung einiger sofort zu erläuternder Linsen, von dem aus ein Lichtkegel (angedeutet durch die Grenzstrahlen β, β) mit einer Öffnung von $4^\circ\ 40'$ die volle Mantelfläche des mit seiner Achse ΣO konzentrisch gelegenen Perimetertrichters T mit 50 cm Basisdurchmesser und 45° Neigung der Mantellinie bestrahlt, wenn ihm kein Hindernis im Wege steht. Aus diesem Strahlenkegel $\beta\beta$ kann nun eine Zusatzbelichtung des Perimeters, zur Ableitung der Veränderungsschwellen, von beliebiger Lage und Gesichtswinkelausdehnung dadurch herausgeschnitten werden, daß ein mit abgestöpselten Löchern versehener, im übrigen aber undurchsichtiger, geschwärzter Trichter t aus dünnem, festem Blech von ähnlichem aber kleinerem Bau wie das Perimeter, in einer Spitzenentfernung von 105 cm nach der Lichtquelle zu, vor ihm in ganz analoger Stellung im Lichtkegel angebracht ist. Bei seiner Entfernung und geringen Ausdehnung kann der Wechsel der veränderten Stelle sehr bequem, schnell und vom Beobachter völlig unbemerkt vorgenommen werden. Die Schnelligkeit kam besonders später bei der Verwendung dieser Anordnung zu Reaktionsversuchen sehr zustatten.

In dem freien Raum zwischen den beiden Trichtern befindet sich nun ein Reflektor SS zur konstanten Erhellung des ganzen Perimeters. Wegen der einseitigen Schwankungen weiterer zur konstanten Beleuchtung beigezogener Lichtquellen wurde bei dieser vierten Anordnung zum erstenmal die Bogenlampe P selbst hierzu benützt. Ihr Lichtkegel wurde nämlich nur in seinem inneren Teil zu der eben erwähnten Zusatzhelligkeit verwendet, während der äußere Mantel desselben noch für die konstante Beleuchtung zur Verfügung stand. Die innere Trennung der beiden konzentrisch bleibenden Strahlensysteme erfolgt durch

[1]) Hinsichtlich der Sehschärfe für die einzelnen Teile dieser Fläche bedeutet der Kegel natürlich nur einen Kompromiß. Diese Anforderung kam jedoch, wie später deutlicher werden soll, bei unseren Versuchen in Wegfall.


Fig.1.
Fig.2.

die kleine mit einem dünnen geschwärzten Rand versehene Sammellinse L_2 von 4 cm Öffnung. (Vorher ist noch die große achromatische Sammellinse L_1, nur 16 cm vom Brennpunkt der Bogenlampe F_1 entfernt, in den gesamten Strahlenkegel zur weiteren Konzentration eingefügt, welche die Strahlen weiterhin von einem virtuellen Punkte F'_1 divergieren läßt.) Aus dem ganzen Lichtkegel mit den äußersten Strahlen $\alpha\alpha$, welche von dem kreisförmig ausgeschnittenen Diaphragma d_1 d_1 eben noch nach außen durchgelassen werden, sammelt die Linse L_2 den innersten Kegel zu dem vorhin bereits genannten neuen Brennpunkte F, von welchem die Zusatzhelligkeit nach dem Perimeter weitergeht und völlig unabhängig von der konstanten Beleuchtung in F beliebig abgesperrt und tachistoskopisch freigegeben werden kann. Der äußere Kranz des Lichtkegels aber läßt nun seinerseits den Perimeterkegel T in seinem von L_2 und t abgeschatteten Inneren auf dem Hinwege zunächst unberührt und trifft die innere Kegelstumpffläche des Reflektors SS aus weißem Papier, der mit dem Ringe seiner kleineren Basis rings um die Basis des Perimetertrichters befestigt ist, u. zw. auf dem Holzkranze b b, welcher auch das Perimeter an der Holzwand festhält.

Der Neigungswinkel und die Seitenlänge des Kegelstumpfes sind nun so gewählt, daß das Licht des ganzen Strahlenkranzes möglichst gleichmäßig nach innen auf die Außenwand des Perimeters geworfen wird, wozu der freie Raum zwischen T und t ausreicht. Nach Anwendung des einfachen Spiegelprinzipes auf die einzelnen Mantellinien S kann der Divergenzpunkt F'_1 bei passendem Neigungswinkel von SS durch die Reflexion nach je einem in der Ebene des Strahls α, der Achse und S gelegenen Punkt eines Kreises verlegt werden, der die Mittelsenkrechten auf die Perimetermantellinien ringsherum in konstantem Abstand vom Mantel T schneidet. Dem virtuellen Punkte F'_1 entspricht also jetzt ein in allen Teilen gleich hell leuchtender Lichtring senkrecht über der Mitte des Perimetermantels[1]), dem, bei richtiger Länge der Reflektorseite, auch sämtliche Punkte des Mantels zugänglich sind, ohne daß innerhalb des Reflektormantels weitere nicht vom Perimeterkegel selbst aufgefangene innere Reflexionen möglich wären. Zu diesem Zwecke

[1]) Bei den beiden früheren Perimeteranordnungen verwendeten wir einen, gleich diesem virtuellen Kreis, auf den Mittelsenkrechten etwa 60 cm über dem Mantel orientierten Kranz von sechs gleichmäßig verteilten Glühlampen (punktiert ll, Fig. 1). Die von der Bogenlampe unabhängigen Schwankungen derselben führten zum Ersatz dieser Anordnung durch die oben dargestellte. In der zweiten Anordnung war ferner noch statt des Schattentrichters t eine Scheibe mit einem Loch für den Zusatzstrahl in der gewöhnlich vom Diapositiv eingenommenen Ebene unmittelbar vor dem Kollektor der Lampe verwendet und durch eine vordere Linse auf den Trichter des Perimeters projiziert worden. In die Scheibe war zunächst eine mit der optischen Achse konzentrisch verdrehbare Kreisscheibe und in diese wieder ein radial verschiebbarer Schlitten eingefügt, in welch letzteren erst das elliptische Loch von $0{,}3 \times 0{,}5$ mm eingeschnitten war. Dieses konnte daher an jeden einer beliebigen Perimeterstelle konjugierten Punkt der projizierten Ebene verschoben werden und entwarf dann einen annähernd kreisförmigen Fleck. Im Brennpunkt der Lampe stand das Falltachistoskop. Diese Anordnung wurde auch in Gießen demonstriert.

muß die Richtung der Mantellinie S des Reflektors der Höhe eines gleichschenkligen Dreiecks entsprechen, dessen Spitze sich auf dem Rande des Reflektormantels in b befindet und dessen Basisecken von F'_1 und von einem Punkte jenes neuen virtuellen Lichtkreises F''_1 gebildet werden, nach welch letzterem alle die in Figur 1 nicht weiter ausgezogenen Richtungen α, γ, δ, π von S aus konvergieren. Da der Punkt F''_1 zugleich auf der Mittelsenkrechten γ liegt, so findet man ihn durch deren Schnitt mit dem Kreisbogen um b mit dem Radius bF'_1. Mit dem Dreieck $F'_1\ b\ F''_1$ ist auch dessen Höhenrichtung S gegeben, auf welcher die äußere Grenze von S durch $\Sigma F''_1$ abgeschnitten wird, während andererseits die Verbindung der von b nur wenig entfernten Perimeterbasis mit F''_1 einen für das Perimeter unnötigen innersten Rand des Reflektors abgrenzt, der geschwärzt werden kann. Der äußere größere Rand des aus starkem Papier gefertigten Reflektors war von einem festen Holzreif getragen und weiterhin durch Stative gestützt. Das ganze System besitzt bei diesen festen Widerlagern völlige Dauerhaftigkeit auch in der Lage der Reflektorwände.

2. Das Brennpunkttachistoskop.

Natürlich war durch diese Ausnützung des äußeren Strahlenmantels zur dauernden Beleuchtung des Reflektors der für das Tachistoskop beim Brennpunkt F innen übrig bleibende Raum ein eng begrenzter. Ein Pendel- oder Fall-Tachistoskop der gebräuchlichen Konstruktionen, welche freilich die exaktesten Zeitwerte auf die einfachste Art gewährleisten, hätte über den Querschnitt des von der Linse L_2 abgeschatteten Bereiches bei dem Punkte F hinausgereicht und einen bei seiner Größe störenden Schatten auf den Reflektor geworfen. Bei Verwertung solcher größerer Tachistoskope könnte also unter Beibehaltung dieses optischen Prinzipes höchstens der ganze Strahlenkegel bei F durch einen in der Achse durchbohrten Spiegel von möglichst geringer Dicke des Glases abgelenkt werden, wobei das Tachistoskop an Stelle der Expositionsöffnung des Schlittens einen möglichst weit an die Hauptspiegelebene heranreichenden Spiegel von verschiedener Ausdehnung bzw. Abblendung hinter der Öffnung vorbeiführen würde. Eine kleine Exzentrizität des inneren und äußeren Kegels nach Passierung dieser Spiegel wäre natürlich hierbei nicht zu vermeiden. Indessen versuchte ich mit Erfolg, ohne eine solche Ablenkung der Strahlen, mit einem in den hier verfügbaren Raum hineinpassenden Apparat auszukommen, der eine zeitlich genau abgrenzbare Freilegung einer kleinen, für den Brennpunkt bestimmten Stelle bewirkte, und den man deshalb als Brennpunkts-Tachistoskop bezeichnen kann (siehe Fig. 3). Seine Teile reichen bis auf einen dünnen, in der Region des äußeren Strahlenkegels schmal geschliffenen Stativstab T nicht über seine kreisförmige Grundplatte W von 8 cm Durchmesser hinaus, welche in dem zur Verfügung stehenden Querschnitt $\beta\ F\ \beta$ (Fig. 1) konzentrisch und senkrecht zur optischen Achse bequem Platz hatte, während wiederum in ihrem mittleren Ausschnitt O (Fig. 3) von 6 mm Höhe und 16 mm Breite der etwas kleinere Brennpunkt des Lichtbogens in F (Fig. 1) sich voll

entfalten konnte. Dieser Ausschnitt ist durch einen kleinen um die Achse *a* (Fig. 3) drehbaren Hebel H_2 (auf der Rückseite von *W*) verschlossen, der aber nun vom Magnet M_2 (s. auch Fig. 1) in einer oberen Lage festgehalten werden konnte, in welcher er den mittleren Ausschnitt *O* eben vollständig freigab. Um die nämliche Achse dreht sich auf der andern (dem Beobachter, bzw. dem Perimeter zugekehrten) Seite der Grundplatte *W* ein zweiter, ähnlich gebauter Hebel H_1, der in seiner Ruhelage *O* freiließ, während er in seiner oberen Stellung am Magnet M_1 den Ausschnitt völlig verschloß. Die obere Grenze dieses den Ausschnitt *O* verdeckenden Teiles von H_1 und die untere bei H_2 müssen bei ihrer Anlagerung mit den Ankerplatten (b_1 für H_1) an ihren Magnet parallel in einer Höhe liegen, wozu H_2 besonders geformt war. An den Ankerplatten ziehen die mit Feinstellung $p\ s_1$ versehenen Spannfedern *f* vom Magnet kräftig nach unten und, zur Vermeidung von Reibung, zugleich etwas nach außen, wobei die Hebel in der Ruhelage auf je einen kleinen Zapfen *l* als Widerlager auftreffen. Die Exaktheit der Funktion des Apparates beruht, wie bei den Schreibern des Chronographen, in der Hauptsache auf einem kräftigen und für H_1 und H_2 möglichst gleich eingestellten Antagonismus zwischen den Federn *f* und den Elektromagneten, da die kurzdauernde Exposition des Brennpunktes, nachdem die beiden Hebel im Beginn des Versuches in ihre obere Lage an die Elektromagnete emporgehoben wurden, durch die sukzessive Unterbrechung der Stromkreise für M_1 und für M_2 erreicht wird. Die Prüfung der Zeitverhältnisse der beiderseitigen Hebelbewegung zur Öffnung und zum Wiederverschluß nach den Stromunterbrechungen wurde vor, während und nach den Versuchen so genau als möglich vorgenommen.

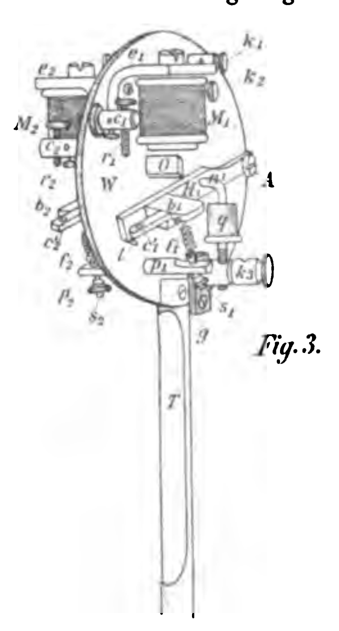


Fig. 3.

Zu dieser Kontrolle diente zunächst die graphische Aufzeichnung des Verlaufes der beiden Hebelbewegungen am Pendelmyographion durch zwei von den Hebeln rückwärts über die Achse *a* je etwa 3 cm hinausreichende feste Schreiber aus Kupferblech mit Papierspitze, welche die gesamte Bewegung der Hebel in einer Kurve von 10 bzw. 9 mm aufschrieben. Vor einem gleichzeitig geschriebenen Stimmgabelsignal $n = 476$ treffen auf die gesamte Bewegung für beide Hebel bei gleichmäßiger Einstellung der Feder konstant 7 Schwingungen. Dabei ist aber auch die Form der Kurven im einzelnen so gleichartig, daß beide Hebelgrenzen den Mittelpunkt des Brennpunktes, der für den Intensitätserfolg der Exposition am wichtigsten ist, nach der genau gleichen (zufällig gerade halben) Zeit von 3,5 Schwingungen (die Hebel legen nach der Brennpunktmitte noch einen etwas weiteren Weg zurück) passierten. Eine Zeitdifferenz zwischen den Stromunterbrechungen läßt also für jede einzelne Stelle des Brennpunktes

eine gleich lange Expositionszeit resultieren, wenn auch die Zeitverschiebung zwischen den Gesamtexpositionen der benachbarten Stellen durch keine gleichförmige oder gleichförmig beschleunigte Bewegung eines einzigen festen Schirmspaltes nachgeahmt werden kann. Bei hinreichender Kürze der Gesamtzeit ist aber natürlich der Reizeffekt für die tachistoskopische Zusatzhelligkeit trotzdem der Gesamtwirkung einer gleich langen Exposition des Brennpunktes mit einem einzigen bewegten Spalt gleich.

Die Abstufung der Expositionszeit des Brennpunkttachistoskopes konnte nun bis auf $^1/_2\ \sigma$ genau an dem sehr präzis arbeitenden und mit Stimmgabelschwingung von $n = 476$ auf einer Glasplatte geeichten Kontaktpendel p (Fig. 1) vorgenommen werden, das auf dem Tische II direkt neben dem Tische I unbeweglich fixiert war[1]).

Der in einem Ausschnitte der Schiene s s, aber von ihr unabhängig direkt auf dem Tisch montierte Öffnungskontakt c_1 war mit dem Magneten M_1 in den Stromkreis 1 eingefügt, dessen Unterbrechung durch die Ruhe der Pendelstange x den Hebel vor O (Fig. 4) freigab, während der auf der Schiene s s bis auf $^1/_2\ \sigma$ (= etwa 2 mm) genau verschiebbare Öffnungskontakt c_2, der durch jene Loslösung des c_1 von der Schiene vor jeder vorzeitigen Erschütterung geschützt war, den Stromkreis für M_2 bis zu seiner Berührung geschlossen hält. Beide Stromkreise gingen von dem nach jeder Exposition gewendeten Kommutator W_2 aus. Vom Wender W_1 ging ein dritter Stromkreis 3 nach dem Magnet M_3, welcher die Pendelstange x zunächst festhielt, und zugleich nach dem Brettvorsprung an der Wand des Projektionsperimeters A A zu dem Reaktionstaster R_1, durch dessen Niederdrücken also der Beobachter, zu einem ihm überlassenen Zeitpunkte, die Auslösung des Pendels p und damit die kurzdauernde Exposition der Zusatzhelligkeit bewirken konnte.

Die nicht nur vom Kontaktpendel, sondern auch von einer etwaigen Differenz der Latenzzeiten für M_1 und M_2 abhängige Zeitdifferenz zwischen dem im einzelnen bereits als gleichartig nachgewiesenen Beginn der Öffnungs- und Schließungsbewegung des Tachistoskopes konnte (außer durch die obengenannte graphische Registrierung, mit der sie zuerst noch hinsichtlich ihrer genauen Übereinstimmung mit dem Kontaktpendel geprüft worden war) auch mit den später angebrachten Kontaktvorrichtungen c_1 r_1 c'_1 bzw., c_2 r_2 (c'_2) Fig. 3 kontrolliert werden, welche die gleiche Genauigkeit nachweisen ließ. Durch die Berührung der an H_1 befestigten und mit Platin belegten Kontaktplatte c'_1 mit der Platinspitze der Kontaktschraube r_1 in dem Zuleitungsstück c_1 (und ganz analog bei r_2 usw.) wurde je ein Stromkreis in der oberen Lage der Hebel geschlossen[2]) und im Moment ihres Herabschnellens wieder unterbrochen, der im übrigen durch je einen Schreibmagnet des großen Chronographen[3])

---

[1]) Vgl. die Abbildung des nämlichen Pendels in Wundt, Physiol. Psychol. 1902, III[5], S. 405.

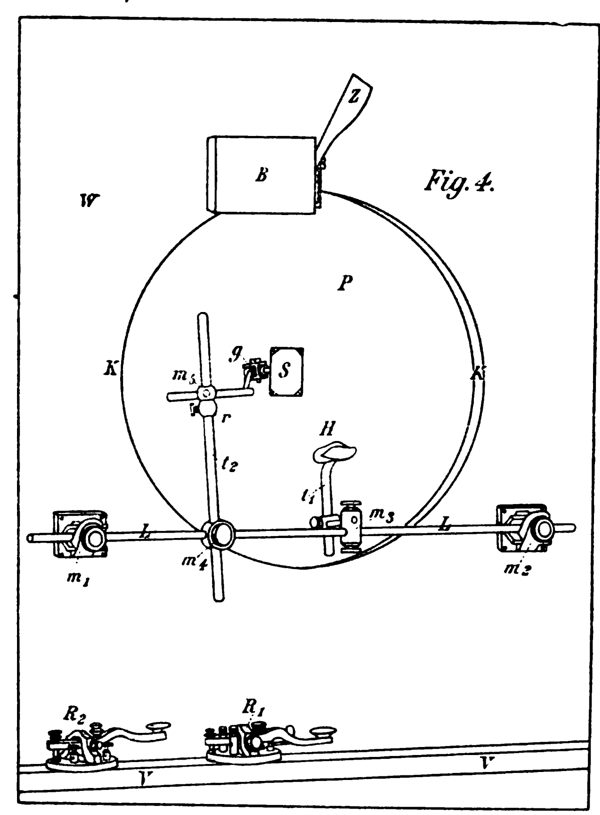
[2]) Eine besonders feine Einstellung wurde dadurch erreicht, daß die Schraube r_1 bzw. r_2 erst nach der gewöhnlichen Anlagerung der Hebelplatten b an ihre Magnetpole sorgfältig auf die Platinplatten c' bis zum eben sicher erreichten Stromschluß im Chronographen herabgeschraubt wurde.

[3]) Siehe Wundt, Grundzüge der Physiol. Psychol. III[5], S. 406.

geleitet wurde. Für die Reaktionsversuche konnte auch noch gleichzeitig mit der Freilegung des Brennpunktes beim Herabschnellen des vorderen Hebels H_1 ein Quecksilberkontakt geschlossen werden, indem die an H_1 befestigte Nase n_1 in den verstellbaren (von der Platte W durch das Hartgummiplättchen g isolierten und mit Klemmschraube k versehenen) Quecksilbernapf Q eintaucht. Hiervon wurde jedoch hier noch kein Gebrauch gemacht.

3. Das Sehfeld des Perimeters. — Lage und Ausdehnung der Zusatzlichter.

Die Anordnung am Platze des Beobachters zeigt Fig. 4. Die starke Holzwand W, die den schweren Glastrichter P des Perimeters



trägt und deshalb auch einen festen, am Boden angeschraubten Holzunterbau besitzt, ist für den Kopf des Beobachters konzentrisch mit der optischen Achse (Fig. 1) in einem Kreise von 40 cm Durchmesser ausgeschnitten. An einer von den Muffen m_1 m_2 gehaltenen Eisenstange L L trägt die Muffe m_3 die Einbeißvorrichtung aus Helioswachs H

am Stabe t_1 (z in Fig. 1), durch deren Gebrauch das linke Auge sicher im Mittelpunkte der Kegelbasis des Perimeters fixiert wurde. Die übrigen am Querstab L befestigten Stücke kommen für die Beobachtung selbst noch nicht in Betracht. Der Tischvorsprung $T\ T$, welcher eine bequeme Auflagerung der Hände und Arme bei der Beobachtung ermöglicht, trägt den schon genannten Taster R_1, zur Auslösung der Veränderung mit dem Zeigefinger der rechten Hand, der zusammen mit dem hier noch nicht verwendeten Taster R_2 später auch zu Reaktionsversuchen beigezogen wurde.

Außer der bereits oben erwähnten gleichmäßigen Beleuchtung bedurfte es nun zur Herstellung eines in allen Teilen homogenen Gesichtsfeldes vor allem auch einer an allen Stellen gleich transparenten Substanz des Glastrichters. Das vorzüglichste Mittel zu diesem Zweck, ein geschliffener Milchglastrichter dieser Größe, wäre natürlich unverhältnismäßig teuer gewesen. Da aber bei unserer Aufgabe eine scharfe Kontur der einzelnen durchscheinenden Lichtflecke nicht beabsichtigt war, (vgl. Abschnitt 5), so genügte auch vollkommen ein genau geblasener Trichter aus 8 mm starkem wasserhellen Glase[1]), der außen mit einem genau angepaßten Papiermantel belegt wurde und zur Verwischung des Klebestreifens in dem von innen aus sichtbaren Bilde und zugleich zur Vermeidung von Spiegelungen innen durch Sandgebläse sehr gleichmäßig mattiert war[2]). In der Spitze des Kegels war ein kleiner schwarzer Punkt als Fixationsmarke angebracht, auf dessen Kontur auch bei allen Verteilungen der Aufmerksamkeit zugleich mit der Fixation unwillkürlich akkommodiert worden ist. (Vgl. unten S. 59.) Bei dieser Blickrichtung sah nun das Auge in der Tat das gesamte Sehfeld in eine einzige gleichförmige Helligkeit getaucht, ähnlich wie beim Blick in den Zenit eines mit einer ganz gleichmäßigen Wolkenschicht bedeckten

---

[1]) Einen solchen sehr gleichmäßig hergestellten Glastrichter von 50 cm Basisdurchmesser und 25 cm Höhe bezog das Psychologische Institut durch R. Goetze, Leipzig, Härtelstr. 4.

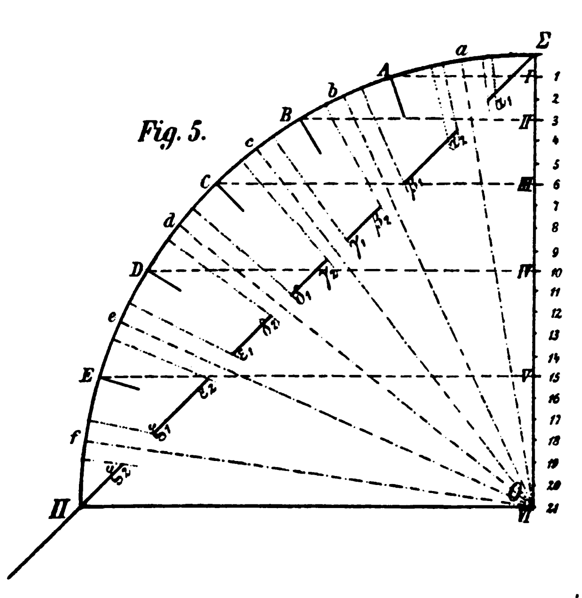
[2]) Eine sehr feine Fügungslinie des Papiertrichters, die zur Vermeidung von Störungen für die Aufmerksamkeitsverteilung dieser Mattierung von der Innenseite kaum mehr bedurft hätte, erreichte ich durch Verbindung des Papiermantels aus bestem weißen Rollenpapier mit einem kongruenten, außen aufliegenden Mantel aus Transparentpapier, welche sich gegenseitig, also ohne Verdoppelungsnaht, als Klebunterlagen an der Fügungsstelle dienten. Diese wurde nur mit etwas wasserhellem Gummi an der ihr entsprechenden Stelle des andern Mantels, der mit seiner Naht von derjenigen des andern um den halben Umfang entfernt war, völlig durchsichtig angeklebt. Leider soll die Papiertechnik keine gleichmäßige Herstellung eines fertigen Mantels ohne Naht gestatten. Das nämliche gilt für das sonst auch ohne Glasunterlage wegen seiner Festigkeit sehr empfehlenswerte Zelluloid, das durch entsprechenden Zusatz wie Milchglas präpariert und mattiert werden kann. Auch für dieses wird ein Klebstreifen notwendig. Für viele Versuche wird aber nun ein Klebstreifen überhaupt wenig stören, wie sich insbesondere auch aus unseren Resultaten ergeben hat. Auch läßt sich der Trichter mit dem Klebstreifen leicht beliebig verdrehen (was nur bei Glas wegen seiner Schwere jedesmal eine etwas horizontalere Neigung des Brettes W erfordern würde). Auch an dieser Stelle möchte ich Herrn Direktor Faber der deutschen Zelluloidfabrik in Leipzig-Schleußig meinen besten Dank für seine freundliche Unterstützung bei den Vorversuchen aussprechen.

Himmels. Das unvermeidliche Korn der Umgebung des Fixationspunktes, welches durch die ruhige Fixation und die hierdurch hervorgerufene Simultaninduktion allerdings stets sehr schnell auf ein Minimum reduziert wurde, genügte jedoch zur Vermeidung ähnlicher Schwindelerscheinungen, wie sie bei Fixation eines hellen Punktes auf völlig dunklem Grunde vorkommen. Freilich ist noch nicht mit Sicherheit ermittelt, wieviel Anteil an solchen Erscheinungen die Eigentümlichkeiten der hier vermiedenen Dunkeladaptation besitzen. Es herrschte eine mittlere Helladaptation, welche eben der Gesamtbeleuchtung des Sehfeldes mit der unten angegebenen Lichtstärke entsprach, die jedenfalls ohne Blendung dauernd betrachtet werden konnte. Auch in den Pausen zwischen den Einzelexpositionen wurde deshalb der Blick von dem hellen Perimeter nicht entfernt, wenn auch die Einbeißvorrichtung sowie die Blende (vgl. oben) nur während der kurzen Dauer eines Einzelversuchs benützt wurde. Nach Wiederherstellung folgten dann stets noch mehrere Sekunden Spezialadaptation durch die Einstellung der Aufmerksamkeit.

Die Messung des Klarheitsgrades an den einzelnen Stellen dieses Sehfeldes setzte nun die kurzdauernde Erleuchtung möglichst beliebig gelegener kleinerer Stellen voraus. Bei der Benützung einer Reihe konstant wiederholter Stellen, welche zur genaueren Elimination der rein peripher bedingten Schwellendifferenzen an den einzelnen Punkten ratsam ist, muß wegen der Bekanntheit der Lage, die durch die öftere übermerkliche Reizung dieser Stellen allmählich entsteht, wenigstens eine hinreichende Anzahl solcher Punkte von vornherein ins Auge gefaßt werden, damit sich nicht unwillkürlich zu spezielle Verteilungsformen der Aufmerksamkeit entwickeln. Es war indessen schon in den Versuchen der zweiten Gruppe von Tridapalli festgestellt worden[1]), daß die mittleren Schwellenwerte für Momentanänderungen bei der Verteilung der Aufmerksamkeit auf das gesamte Sehfeld in ihrem Verhältnis zu den Werten bei Konzentration auf die einzelnen Stellen nicht wesentlich anders ausfallen, insbesondere nicht etwa kleiner, wenn nur 18 ungefähr gleichmäßig auf das gesamte Sehfeld verteilt wurden, als wenn es 92 waren. Obgleich sich dies bei weiterer Einübung leicht noch etwas ändern könnte, schien man jedenfalls dann gewissermaßen vor speziellen inneren Unstetigkeiten der Dichte des Aufmerksamkeitsfeldes gesichert zu sein, wenn auf das gesamte für uns in Betracht kommende Bereich des monokularen Sehfeldes etwa 40 Punkte in möglichst gleichmäßiger Verteilung ausgewählt wurden, was einer Verteilung von etwa 84 Punkten auf die gesamte der Trichterfläche entsprechende Halbkugel in der Projektion des Sehfeldes entsprach. Dieser spezielle Verteilungsmodus ergab sich daraus, daß eine Kongruenz der Lage dieser Stellen innerhalb der vier Quadranten erstrebt wurde, welche von dem Vertikal-und Horizontalmeridian im Sehfeld abgeteilt werden, um dadurch besonders die Ergebnisse bei Verteilung auf die Quadranten und Hälften leichter unter sich abtrennbar und ihrem Gewichte nach vergleichbarer zu machen. In der zentralsten

[1]) Vgl. Bericht über den I. Kongreß für experimentelle Psychologie in Gießen 1904, S. 73.

Region um die Fovea waren also dann mindestens 4 Punkte, je einer für jeden Quadranten, erforderlich. Dadurch war dann für die übrigen Breitenzonen für jeden Quadranten die Zunahme der Punktzahl auf 2, 3, 4, 5 und 6 festgelegt, womit eben jene Gesamtzahl 84 aller Punkte erreicht war. Eine möglichst gleichmäßige Verteilung ergab sich also bei Abtragung von 6 zum Fixationspunkt konzentrischen Kugelzonen, deren Flächeninhalte, bestimmt durch ihre Höhen, sich in der Reihenfolge nach außen zu wie 1 : 2 : 3 usw. verhalten mußten. Hieraus ergibt sich



die aus Fig. 5 ersichtliche Konstruktion unter Abteilung des gesamten Halbmessers in 21 Teile. Die von der Zusatzhelligkeit getroffenen Punkte mußten dann in der Mitte der sämtlich inhaltsgleichen und innerhalb jedes Quadranten auch kongruenten Abschnitte liegen, die aus den Zonen weiterhin durch Meridiane in gleichen Winkelabständen in einer der Punktzahl der Zone 2, 3, usw. entsprechenden Anzahl abgeschnitten werden. Die ebene Darstellung in der gewöhnlichen Projektion perimetrischer Verhältnisse in Fig. 6 zeigt die Anordnung der 37 Felder, welche aus den 84 der gesamten Halbkugel als die innere Region für das linke Sehfeld herausgenommen wurden und je etwa 4° Gesichtswinkel besaßen. Dabei ist allerdings kein einziger Punkt der sechsten Breitenzone mehr dabei, weil die beiden hiervon noch zugänglichen Punkte des äußersten linken Sehfeldes bereits zu inkonstante Schwellenwerte ergaben. Die Einstellung der seitlich konzentrierten Aufmerksamkeit sollte ja doch keine allzu unnatürlichen Verhältnisse einführen, zumal hier noch größere peripherer bedingte Schwankungen der Erregbarkeit hinzutreten mögen. Die Breitendistanz der Mittelpunkte der fünf Regionen vom Fixationspunkte betrug: 9,15°; 24,7°; 37,8°; 51,5°; 66,8°. Die in Fig. 6 angegebene

Numerierung der 37 Punkte ist auch in allen späteren Darstellungen beibehalten. Die Anordnung hatte dabei noch den Vorteil, daß der blinde Fleck umgangen wurde, der zwischen Nr. 6 und 7 hinreichend Raum fand.

Eine ganz genaue Übereinstimmung der aufgehellten Stellen mit diesem Schema würde nun vermittelst unserer Schattenprojektion von Trichter *t* auf *T* (Fig. 1) bei der Kegelform des Perimeters nur dann erreicht, wenn man die Flächen bestimmt, in denen kleine Strahlenkegel mit der Spitze im Augenpunkt *O* und mit den kleinen Kreisen unseres eben beschriebenen Punktschemas auf der Halbkugel als Basis den Mantel unseres der Halbkugel gemäß Fig. 5 einbeschriebenen Kegels *T*, bzw. *t* durchdringen. Diese Flächen müssen im Mantel des Schattenkegels *t* ausgestochen werden und liefern dann die richtigen Aufhellungen für *T*. Wegen der relativ geringen Abweichung bei einer so geringen Ausdehnung des Gesichtswinkels der einzelnen aufgehellten Stellen wurden dafür einfach nur die Mittelpunkte der auf der Mantellinie des Schattenkegels bei jener Konstruktion ausgeschnittenen Flächen festgehalten und um diese konzentrische kleine Kreise von überall gleicher Größe mit 1 cm Durchmesser ausgestanzt, wie es in dem hellen Querschnitt dieses Kegels in Fig. 5 angedeutet ist[1]). Sämtliche Löcher waren für gewöhnlich bis auf eines mit numerierten Stöpseln verschlossen. Daneben war auch noch die Zahl weiß auf den schwarzen Blechtrichter geschrieben, um dem Experimentator ein schnelles, richtiges Aufsuchen zu ermöglichen. Fig. 1 zeigt das einfache Prinzip, nach welchem die Öffnung *e* in *t* der entsprechenden Stelle *E* in *T* eine

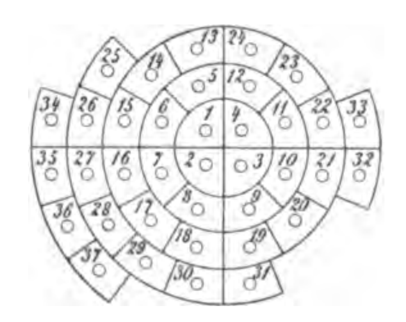


Fig. 6.

---

[1]) In der späteren Anordnung für Reaktionsversuche wurde mit einer größeren Ausdehnung des aufgehellten Punktes zu je 8° auch eine Verschiedenheit der ausgestanzten Kreise je nach der Breitenregion eingeführt, indem wenigstens die Projektion des in der Richtung der Mantellinie gelegenen Durchmessers vom Kegel auf die Halbkugel berücksichtigt wurde, also unter voller Ausnützung der Konstruktion Fig. 5. Auch hierbei resultiert freilich ein kleiner Vorsprung der Peripherie und ein Nachteil der innersten Region, Punkt 1—4, gegenüber den mittleren Zonen, der aber zugleich einen gewissen Vorteil der Kompensation der besonderen Schwierigkeit, bzw. Leichtigkeit der Konzentration der Aufmerksamkeit auf die Peripherie, bzw. die Mitte besitzt. Sind alle Punkte im Kegelmantel aber gleich groß ausgestanzt, wie in unserer obigen Anordnung, so besteht vor allem ein kleiner Nachteil der innersten Punkte, auf die ohnehin die Aufmerksamkeit leichter zu konzentrieren ist. Eine genauere Ausgleichung der Ausdehnung verlor durch die wesentliche Einschränkung der Resultate auf die Verhältnisse von Schwellenwerten, nicht ihre absolute Größe, sehr an Bedeutung.

Zusatzhelligkeit zukommen läßt. Zum vollen Überblick über die Anordnung ist jetzt nur noch der Einblick in die photometrische Bestimmung der beiden Helligkeiten notwendig, welche an jeder beliebigen Stelle des Trichters *T*, von innen gesehen, konstant herrschen und welche ihr durch jene Öffnung in *t* noch aufgesetzt werden konnten.

4. Das Photometer.

Zur Lichtmessung war eine möglichst direkte Einführung des Normallichtes neben die Zusatz- und die konstante Helligkeit der eben benützten Stelle genau unter den nämlichen äußeren Bedingungen erforderlich, wie sie auch im Versuche selbst wirken. Dies ermöglichte eine Spiegelvorrichtung, wie sie in Fig. 4 durch die Muffe m_2 am Stabe *L L* befestigt zu sehen ist. Den Grundriß der ganzen Photometeranordnung zeigt Fig. 2, welche als Fortsetzung der Hauptanordnung Fig. 1 nach rechts zu denken ist, wiederaufgenommen durch den Perimetertrichter *T* mit der Spitze in Σ und dem Augenpunkt in *O*. Da alles Licht von *O* aus aufgefaßt wird, so muß der Beobachter auch bei der Photometrierung wieder stets über *O* hinweg nach der variierten Stelle visieren, z. B. entlang dem Strahl α, der bei einer Stellung des Beobachters in *A*, also rückwärts und seitlich von *O* eine entsprechende Seitwärtswendung, Erhöhung oder Erniedrigung der Kopflage erfordert, wie sie in dem hier notwendigen Umfange bequem genug zu längerem Aushalten erreichbar war. Diese Lage war erforderlich, weil nun das Normallicht von rückwärts aus dem Photometer frei auf den feinen Silberspiegel *s* (Fig. 2, in Fig. 4 *S*) fiel, der (Fig. 4) durch die beliebige Drehung um das Kugelgelenk *g* und die Einstellung an den Muffen m_5, eventuell auch m_4, jederzeit rasch so eingestellt werden konnte, daß die Hälfte einer hereingespiegelten, in ihrer Intensität variablen Lichtscheibe auf dunklem Grunde, von *A* aus gesehen, genau neben dem Lichte der variierten Stelle lag.

Für die Einstellung war zunächst eine genaue Angabe des Punktes *O* notwendig, der beim Versuch selbst vom Auge durch die Einbeißvorrichtung erreicht, jetzt aber durch die Spitze der Metallzunge *Z* markiert wurde, wenn sie um ihr Gelenk an der Holzscheibe *B* herabgeschlagen worden war. War der Spiegel, bzw. das Photometer in der richtigen Lage, so konnte *Z* wieder entfernt werden, weil dann die Einhaltung der einmal richtig gefundenen gegenseitigen symmetrischen Lage der Normal- und Vergleichsscheibe zu beiden Seiten der rechten fein geschliffenen und ungefaßten Spiegelgrenze zugleich die Beibehaltung der konstanten Visierlinie α gewährleistete.

Zum Überblick über die Photometereinrichtung gehen wir dem Gesichtswinkel zwischen *a* und γ entlang, dessen Grenze α der mittleren Gesichtslinie des Beobachters entspricht. Verfolgt man die Gesichtslinie vor die Spiegelung in *s* nach dem Photometer selbst zurück, so trifft man auf die Hälfte der Photometerscheibe *T*, welche nun neben $\alpha\ \beta$ im Perimeter erscheint. Die Scheibe *T* ist auf einem geschwärzten Rahmen angebracht. Dieser ist mit einer Lage gleichmäßig weißen Papiers überzogen, von dem durch eine vordere kreisförmig ausgeschnittene schwarze

Bedeckung[1]) nur eine Kreisscheibe von 8 cm Durchmesser transparent sichtbar bleibt, wenn sie von rückwärts beleuchtet wird. Als Lichtquelle dient die Hefnersche Normallampe, die mit dem Mittelpunkt der Flamme in *Ph* aufgestellt ist. Um eine durch *Ph* gedachte Achse drehbar befestigt, erstreckt sich nun die Gleitschiene *M M* mit Maßstab 2,5 m weit auf das Trichterperimeter zu. Auf *M* ist der Photometerschirm *T* schlittenartig verschiebbar, wodurch eben die Variation der Helligkeit erreicht wird. Bei *Ph* ruht der Stab auf dem Tisch für die Lampe, nach dem Perimeter zu auf den durch Rollen *r*, *r* leicht verschiebbaren Tische *W W*, wo er, nur durch die Zapfen *b b* seitlich geführt, aufliegt. Diese Verschiebbarkeit der Schiene ist erforderlich, um sie schnell immer so genau auf den Augenpunkt *O* einstellen zu lassen, daß die Verschiebung des Schlittens keine Entfernung des Spiegelbildes aus der erforderlichen Lage bewirkt. Dies ist schon nach dem Augenmaße leicht erreichbar. Zwischen dem Tisch *W* und dem Perimeter ist noch bequem Platz für einen hinreichenden Umfang der Bewegungen des Beobachters bei der Messung, etwa 1,20 m. Die Messung geschah durch Selbsteinstellung seitens des Beobachters, der bei seinem hier rechts von der Trichterachse gelegenen Standpunkte die beiden Zügel z_1 z_2 handhabt, deren ersterer über die Rolle r_1 in der Nähe der Photometerlampe lief und den Schirm *T* zu seiner Aufhellung näher an das Licht *Ph* heranzog, während z_2 ihn davon entfernte.

Zur Genauigkeit der Messung gehörte der möglichst vollständige Abschluß aller schädlichen Lichter. Zunächst war die Photometerbank selbst der Länge nach vollständig in einen engen Schacht aus mattschwarzem Tuch und Papier eingehüllt, während auf der Lichtseite des verstellbaren, geschwärzten Diaphragma D_1 der Raum auf die Breite der transparenten Scheibe = 8 cm beschränkt war. Ebenso war nach dem Perimeter zu ein im ganzen beweglicher Diaphragmaschirm D_2 vorgesetzt, dessen Öffnung bis zur Auffindung des Bildes im Spiegel und seiner Verschiebung an die richtige Stelle rasch beliebig erweitert und verschoben werden konnte. Zunächst wurde durch eine horizontale Verschiebung sein in der Höhenausdehnung anfangs weiter geöffneter, 10 cm breiter Längsspalt an die richtige Stelle gebracht und dann der Spalt weiter von oben und unten durch zwei selbständig bewegte Hebel so weit eingeengt, daß nur noch das Bild der Photometerscheibe durchgelassen wurde. Dadurch wurde in der Tat erreicht, daß die Abstufung des Lichtes nach dem einfachen Gesetz der Abhängigkeit von der Lichtdistanz erfolgte und von einem hier in Betracht kommenden konstanten oder variabeln Fehler einer Zusatzhelligkeit so gut wie frei war (wie sich aus der unten beschriebenen genauen Kontrolle ergab). Zu diesem Zwecke war aber

---

[1]) Zur schnelleren Auffindung der Scheibe im Spiegel kann die vordere undurchsichtige Bedeckung heruntergeklappt werden. Dann ist darunter die ganze Fläche innerhalb des Rahmens (25 cm im Quadrat) hell erleuchtet sichtbar. Durch eine genau der Bedeckung entsprechende zweite Papierauflage ist aber doch bereits der eigentliche Photometerkreis deutlich herauszuerkennen, da es auf ihn bei der Einstellung ankommt.

nun natürlich auch die ganze übrige Anordnung (Fig. 1) bis auf die Öffnung des Diaphragmas d_1 bei der Bogenlampe und die Öffnung des Reflektors mit Tuch und schwarzem Papier lichtdicht verschlossen. Auch der Reflektor war außen mit undurchsichtigem Papier umkleidet und die ganze Region des Beobachters und des Photometers durch einen die Wand des Perimeters zu einer Fläche von etwa 4×2 m ergänzenden Abschluß abgegrenzt.

Zur Messung der Helligkeit des Veränderungsreizes, die stets zuerst vorgenommen wurde, mußte die gesamte Belichtung des Reflektors abgeschnitten und nur das vom Brennpunkt F des Tachistoskopes kommende Strahlenbündel durchgelassen werden. Dazu diente das um ein oberes Scharnier umklappbare Diaphragma d_2 (Fig. 1), dessen innerer Ausschnitt von d_1 nur noch das Licht des Brennpunkttachistoskopes freigab, dessen Spalt für diese Messung geöffnet wurde. Nun war das ganze Perimeter bis auf die zur Veränderung aufgesetzte Helligkeit finster, bzw. bis auf einige kaum merkliche innere Reflexlichter, die infolge der Mattierung der Innenfläche des Perimeters bei konstanter Helligkeit völlig verschwanden. Dieser annähernd kreisrunde Fleck wurde dann zur Hälfte neben dem hellen Photometerkreis gesehen. Natürlich war je nach der Entfernung der Photometerscheibe der Gesichtswinkel zwischen α, γ dem zwischen α, β mehr oder weniger überlegen. Es war deshalb dem Spiegel ein Diaphragma aufgesetzt, das der ungefähren scheinbaren Größe des Kreises im Perimeter von der bei der Messung des Beobachters eingehaltenen Entfernung aus entsprach. Auch die verschiedene Akkommodation wirkte etwas erschwerend. Dennoch sind die konstanten Resultate und die geringen mittleren Variationen sowie die unter ganz ähnlichen Bedingungen vorgenommene objektive Eichung des Photometers selbst (s. u.) eine hinreichende Gewähr für die Genauigkeit der im übrigen unter ganz gleichen physikalisch-optischen Bedingungen erfolgenden Messung.

Die Einstellung auf den aufgehellten Punkt gab zugleich die Richtung nach der Perimeterstelle überhaupt an, die dann auch, nach Abschluß des Tachistoskopes, genau so weit neben dem Photometerkreis im Spiegel zu sehen war, als sie die konstante Grundlage für die Veränderungsschwelle abgab. Gerade von der Helligkeit dieser Stelle war ja die Schwelle nach dem Weberschen Gesetz abhängig. Sie erschien nach Wiederöffnnng des Diaphragma d_1 (Fig. 1) mit Freigabe der Beleuchtung des Reflektors in der gewohnten Helligkeit. Gerade für diese etwas größere Beleuchtung des Zimmers im ganzen war das Photometer so sorgfältig geschützt. Nach kurzer Einübung konnte in wenigen Minuten (2 Min. im Durchschnitt) eine mehrfache Einstellung für die aufgesetzte und die konstante Helligkeit vom Beobachter ausgeführt werden, während der Experimentator an das Photnometer trat und nach Kontrolle der Lampe auch die Einstellung von T durch ein aufdeckbares Fenster ablas, nachdem er das Innere des Photometers durch das Aufdrehen einer Glühlampe für diese Zeit aufgehellt hatte.

Die Eichung des Photometers wurde unter ganz analogen Bedingungen für die Beobachtung der Scheibe T vorgenommen, nämlich unter Einschiebung des nämlichen Spiegels s, auf welchen nun der Beobachter von

A' aus, entlang dem Strahle δ in der Längsrichtung des Tisches WW visierte, senkrecht zur Richtung α. Das Normallicht für die Eichung bot hier wiederum die Photometerlampe Ph selbst, nur war es hier das transparente Fenster T_1, senkrecht zum Diaphragma $D_1 D_1$ gestellt, dessen Bild durch zwei Spiegel G_1 und G_2 abgelenkt neben der halben Kreisscheibe T als die andere Hälfte des Kreises erschien. Es konnte bei E durch einen rotierenden Episkotister beliebig abgestuft werden. Um den Modus der Eichung an denjenigen der Messung selbst möglichst anzupassen, stellte der Beobachter die Distanz der Photometerscheibe wieder mittels der Zügelvorrichtung auf Gleichheit mit einer bestimmten, von Reihe zu Reihe veränderten Episkotisteröffnung ein. Ebenso konnte durch Stellung des Episkotisters vor T das Licht dieser Scheibe selbst vermindert werden. Die volle Helligkeit der Scheibe T_1 erschien gleich T für die mittlere Entfernung $T\,Ph = 53$ cm.

Die Entfernungen größer als 53 cm ordneten sich wie folgt den durch den Episkotister erzeugten Bruchteilen von T_1 zu:

$^2/_3$	$^7/_{12}$	$^1/_2$	$^{12}/_{5}$	$^3/_8$	$^1/_3$	$^7/_{24}$	$^1/_4$	$^5/_{24}$	$^1/_6$
63	68,3	76,4	81,7	88,6	91,8	99,9	108,6	118,7	140,6.

Die (mittleren) Entfernungen, kleiner als 53 cm ergaben in folgenden Bruchteilen Gleichheit mit dem ungeschwächten T_1:

$^1/_3$	$^4/_9$	$^1/_2$	$^7/_{12}$	$^2/_3$	$^5/_6$
29,8	34,1	35,7	40,1	43,8	48,4

Diese 17 Punkte genügten zur Ableitung einer empirischen Kurve und Tabelle, deren große Annäherung an die ideale Abhängigkeit vom umgekehrten Quadrat der Entfernungen sehr einfache Interpolationen ergab.

Die Angabe des Photometers geschieht im folgenden in relativen Zahlenwerten, welche dem Maßstab-Skalenteil 130 den Lichtwert 6,75 und dem Skalenteil 30 den Wert 250 entsprechen ließen, ein Variationsumfang, in welchem jedoch die Messungen nur dadurch Platz fanden, daß vor die gesamte Lichtquelle der Bogenlampe während der Photometrierung eine abdunkelnde und im Farbenton der Hefner-Flammenfarbe gehaltene Gläserkombination vorgesetzt wurde, was durch ein graues, ein bläuliches und ein orangefarbenes Glas von der gesamten Absorption von $^8/_{23}$ erreicht wurde[1]). Diese Abdunkelung war durch Vorversuche als Herbeiführung der mittelsten Lage der abgedunkelten gebräuchlichen Helligkeit im Gesamtumfang des

[1]) Die Gläserkombination für die Messung (G Fig. 1) konnte durch eine verdrehbare Stativvorrichtung mit Anschlag immer mit einem Handgriff genau wieder in die nämliche Lage bei F_1 gebracht werden. Bei der geringen Apertur des Strahlenkegels von wenigen Graden kamen hierbei trotz der Schichtdicke keine wesentlichen Ungleichheiten zwischen den verschiedenen Regionen vor. Vor allem handelte es sich aber hier ja ohnedies nur um die wechselseitige Beziehung zwischen den Werten für den nämlichen Raumpunkt zu verschiedenen Zeiten.

Photometers gefunden worden, dessen oberer Teil, etwa von dem relativen Helligkeitswert 120 (Skalenteil 45) an aufwärts zur konstanten, der untere von 40 (Skalenteil etwa 70) an abwärts zur Zusatzhelligkeit auszureichen pflegte. Drei Messungen jeder von beiden Helligkeiten brachten bei der vorhandenen Präzision meist eine hinreichend genaue Bestimmung mit der m. V. von etwa 0,5 für die Zusatzhelligkeit und etwa 2 für die konstante. Oft genügten auch schon zwei sehr benachbarte Einstellungen von verschiedensten beliebigen Ausgangspunkten, besonders bei der Zusatzhelligkeit. Bei sehr seltenen größeren Schwankungen wurden einige Einstellungen mehr vorgenommen. Auch hier geschah die Messung fast ausschließlich mit dem linken Auge. Bei den mittleren Punkten 1—4 wurde manchmal das rechte Auge, der bequemeren Haltung wegen, mit beigezogen, ohne merkliche Differenzen zu bringen. Einige Übung im Photometrieren ist zu einer hinreichend schnellen Handhabung der Messung natürlich erforderlich, da sie sonst eher störend als förderlich wirken könnte, während sie hier eine angenehme Abwechselung in den Pausen zwischen 2 Reihen bildet.

Die wichtige Möglichkeit, unsere in der folgenden Haupttabelle überall mitgeteilten Helligkeitswerte (die zweite Zahl über dem Bruchstrich bedeutet die Zusatzhelligkeit, die unter dem Bruchstrich die konstante H., vgl. nächsten Abschnitt) an absolute Maße anzugleichen, wurde endlich dadurch erreicht, daß unser Photometerschirm *T* in einer besonderen Anordnung, als Transparent im Spiegel *s* gesehen, mit dem direkt von der Flamme auf 1 m Entfernung beleuchteten und direkt betrachteten weißen Papier des gebräuchlichen Photometers verglichen wurde. Bei unserer relativen Helligkeit 89 ergab sich Gleichheit. Alle Helligkeitsangaben der folgenden Darstellung wären also mit der Zahl 1,12 zu multiplizieren, wenn wir diesen Wert als 100 in absoluter Einheit ansetzen würden.

I. Die Wahl des Schwellen-Maßes als Funktion der Reizzeit, des Zusatzreizes und des konstanten Lichtes.

Bei den gewöhnlichen psychophysischen Versuchen über die Reiz- bzw. Veränderungsschwelle bezog sich die Fragestellung zum Teil nur auf die Angleichung eben merklicher Empfindungen, bzw. Unterschieds- oder Veränderungserkennungen, an die Verhältnisse der absoluten physikalischen Reize überhaupt, ohne daß die vermittelnden physiologischen oder psychologischen Maßverhältnisse selbst unter sich in Beziehung gesetzt werden sollten. Wo aber diese letzteren Fragen beigezogen wurden, kamen meistens längere Reizzeiten in Betracht, bei welchen hinsichtlich der Empfindungsintensität die Maximalwirkung oder eine nur wenig hiervon verschiedene und nur

in langsamem Verlauf sich weiter verändernde Stärke erreicht war. Allerdings wird nun auch hier in neuerer Zeit der Blick mehr auf die Verlaufsverhältnisse der Erregungen gerichtet, aus denen z. B. A. Lehmann[1]) Gesetze für die Maßverhältnisse der Empfindungen als solcher ableiten will, wie sie in den Abstufungsmethoden zur Geltung kommen. Doch geschieht dies immerhin von seiner Seite bereits allzu sehr unter bestimmten Voraussetzungen für die Maßverhältnisse der Empfindungen als solcher, wie sie auch bei den kürzeren Reizzeiten in Betracht kommen und wie sie eben nicht etwa aus den gewöhnlichen Darstellungen der sog. Erregungskurven entnommen werden können. Wo diese als ein Abbild vom absoluten Verlauf der Empfindungs- bzw. Erregungsintensitäten betrachtet werden, setzt man diese letzteren vielmehr immer schon als selbständiges Ergebnis besonderer Analysen der zum Vergleich beigezogenen Empfindungen als solcher, z. B. nach Abstufungsmethoden, voraus[2]). Alle diese Schwierigkeiten steigern sich natürlich, wenn für die Lösung der psychologischen Aufgabe, welche wir durch die Abgrenzung eines möglichst momentanen Gesamtbestandes anstreben, ein möglichst schneller Verlauf der Veränderung durch einen einmaligen kurzdauernden Reiz bzw. Reizzusatz eingeführt wird, während doch gleichzeitig zur quantitativen Analyse dieser Verhältnisse gewisse Maßbeziehungen zwischen den entsprechenden physiologischen Reizenergien bestimmbar bleiben müssen. Die große Abhängigkeit der Form der Erregungskurve für die ersten Momente von der Reizintensität, wie sie für Lichtreize von Exner sogleich bei der ersten Analyse richtig erkannt wurde, zeigt nun zunächst, daß die Abstufung der Reizintensität bei konstanter Expositionszeit (wenigstens bei etwas längeren Zeiten von ca. einer hundertstel Sekunde, die hier bereits zu deutlich übermerklichen Empfindungen auf hellem Grunde ausreichen), zum mindesten nicht diejenigen Empfindungsverhältnisse liefert, die uns bei der normalen länger dauernden Betrachtung der Dinge unter konstanter Beleuchtung erscheinen, daß vielmehr die größeren Intensitäten mit ihrem steileren Anstieg der Erregungskurve einen bedeutenden Vorsprung besitzen.

---

[1]) Wundt, Phil. Stud. XX, 1902, S. 72 ff.

[2]) Vgl. oben die ausführliche Darlegung bei M. Büchner, Über das Ansteigen der Helligkeitserregung, S. 1—29.

Nun ist ja allerdings der Verlauf der Kurven trotz ähnlicher Reizzuwüchse im einzelnen stets nur bei gleichem absoluten Niveau der resultierenden Gesamterregung unmittelbar vergleichbar. Es könnte sich also bei der zur eben merklichen Erregung ausreichenden Reizstärke diese Proportionalität zur Reizintensität bei gleicher Reizzeit günstiger gestalten, weil vielleicht ein Teil der Eigentümlichkeiten der Erregungskurve für eine einmalige kurzdauernde Veränderung des bisherigen Reizungszustandes auf dem plötzlichen Antriebe zu einer wesentlichen Erhöhung oder Erniedrigung des bisherigen Erregungszustandes beruht. Diese Vorfrage kann aber nur durch eine große Anzahl von Ableitungen eben merklicher kurzdauernder Reizzusätze zu einer dauernden Beleuchtung unter genauen physikalischen Bedingungen gelöst werden. Im einfachsten Falle müßte sich gewissermaßen ein Grenzfall des Talbotschen Gesetzes, d. h. die Konstanz des Produktes aus Reizintensität und Zeit ergeben, was für die Begründung solcher perimetrischer Versuche auch für alle Teile des Sehfeldes abgeleitet werden müßte. Eine ausführliche Voruntersuchung dieser Art von Tridapalli, welche allerdings nicht abgeschlossen wurde, schien immer noch einen Nachteil der geringeren Reizintensitäten zu ergeben, jedoch ohne auffindbaren Unterschied zwischen den verschiedenen Regionen des Sehfeldes bei Helladaptation.

Eine gewisse Annäherung an die Proportionalität der resultierenden physiologischen Reizenergie ist aber bei so kurzen Zeiten bis zu etwa 10^{σ} oder 20^{σ} vielleicht von der genau durchführbaren Abstufung der Reizzeit bei gleicher Intensität zu erwarten, wo der Grad der Steigung des untersten Kurvenzweiges im Verhältnis zu den Kurven für andre Reizintensitäten überhaupt nicht in Betracht kommt, sondern nur die annähernde Geradlinigkeit aller Kurven vom Nullpunkte aus, die bei diesem untersten Teil der Kurven tatsächlich zu beobachten ist. So weit die Konstanz unserer Lichtverhältnisse es zuließ, wurde nun in der Tat diese Form des Schwellenmaßes in den folgenden Versuchen als das eigentliche Idealmaß betrachtet und alle weiteren Bestimmungen der konstanten und der aufgesetzten Helligkeit dienten nur dazu, um gewisse Inkonstanzen nach dieser Seite hin nach Möglichkeit zu eliminieren.

Bei Schwankungen des Zusatzlichtes ist die Merklichkeit des Reizzusatzes, die für unsere Versuche allein in Betracht kommt, innerhalb enger Grenzen vielleicht durch eine proportionale Veränderung seiner tachistoskopischen Zeit zu kompensieren. Seine psychologische Wirksamkeit ist aber natürlich vor allem noch von der dauernden Beleuchtung des Feldes abhängig, wobei es sich nun um die Annäherung an die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes für diese

Schwellen bei Momentanveränderungen handelt. Die tatsächlichen Versuche an unserm Perimeter ließen aber beide Faktoren nur schwer trennen, da die im einzelnen Augenblick zwar gleichmäßige Beleuchtung des Perimeters zugleich mit der Zusatzintensität Veränderungen unterworfen war. Zudem bringt natürlich der Verbrauch der Kohle auch wechselnde Ungleichheiten innerhalb der einzelnen Partieen des Strahlenkegels mit sich, so sehr sie auch durch die konzentrierenden Medien verringert werden. Aber auch abgesehen hiervon würde selbst ein für alle Perimeterpunkte gleicher Veränderungsfaktor der konstanten und kurzdauernden Beleuchtung nur bei strenger Gültigkeit des Weberschen Gesetzes und jenes Grenzfalles des Talbotschen Gesetzes für einmalige kurzdauernde Reize aus den Schwellenwerten herausfallen. In Anbetracht dieser Schwierigkeiten erschien es als das Geratenste, außer der zuverlässigen Bestimmung der kurzdauernden Reizzeit, nach jeder Schwellenmessung eine genaue photometrische Bestimmung der konstanten und Zusatzbeleuchtung durchzuführen, welche anfangs zwar als Erschwerung erschien, bei der Einfachheit der Handhabung des oben beschriebenen Photometers aber bald sehr geübt wurde und ohne wesentlichen Zeitverlust die Resultate von jeder Voraussetzung einer der soeben genannten Gesetzmäßigkeiten unabhängig machte. Nur mußten diese Helligkeiten wenigstens innerhalb der wenigen Minuten der entscheidenden Schlußbeobachtungen jeder Reihe und der Messung konstant bleiben, was bei der guten Funktion der benutzten Lampe nach ca. 15 Minuten Brennzeit vollständig gewährleistet war.

Doch ergab die Prüfung einiger Schwellenbestimmungen, die bei gleichmäßiger Konzentration der Aufmerksamkeit auf eine Stelle in mehreren eigens hierzu unternommenen Versuchsreihen mit jenen photometrischen Bestimmungen abgeleitet wurden, daß für die bei uns in Betracht kommenden Bereiche der beiden Helligkeiten in der Tat eine gewisse Annäherung an ein Zusammenbestehen jener vermutlichen Gesetzmäßigkeiten vermutet werden kann, vielleicht unter teilweiser gegenseitiger Kompensation gewisser Abweichungen. Die Variation der Zusatzhelligkeit wurde durch Einsetzen von Gläsern vor F_2 die Herabsetzung der Helligkeit im Ganzen durch Gläser vor F_1 bewirkt. Unter Anwendung der Formel:

$$\frac{\text{Zusatzhelligkeit} \times \text{Zeit}}{\text{konstante Helligkeit}}$$

als Maß für die relativen Schwellenwerte ergab sich z. B. für Punkt Nr. 18:

Konstante Hell.	Zusatzhell.	Zeitdauer der Zusatzhell.	Relativer Schwellenwert
165,5	26,8	6,25	1,01
108,6	18,8	5.5	0,96
132,7	16	8,5	1,03

Andere Reihen zeigen eine etwas geringere Konstanz des Schwellenwertes bei gleichen Aufmerksamkeitsbedingungen für einen Punkt, z. B. für Punkt Nr. 26:

Konstante Hell.	Zusatzhell.	Zeitdauer der Zusatzhell.	Relativer Schwellenwert
137,6	14,5	9,25	0,98
167,5	16	12	1,15
165,5	16	13,5	1.39
213	25,3	9,5	1,16

Hier erscheint vor allem die relativ geringste konstante Helligkeit auch einen relativ geringeren Zusatzreiz zu bedürfen, während anderseits die Differenz bei dem zweiten und vierten Versuch die Konstanz des relativen Schwellenwertes nicht störte. Andre Reihen mit Punkt Nr. 37 zeigen die Unschädlichkeit einer sehr starken Herabsetzung der Zusatzintensität für die Konstanz unseres relativen Wertes, wenn nur die konstante Intensität nicht proportional abnimmt:

Konstante Hell.	Zusatzhell.	Zeitdauer der Zusatzhell.	Relativer Schwellenwert
129	16,5	15	1,91
130	17	15	1,96
110	7,5	28	1,90

In all diese Messungen der Einflüsse der objektiven Helligkeitsverhältnisse auf die Schwelle für die Momentanveränderung gehen aber natürlich bereits wichtige psychologische Faktoren mit ein, weil ja die Erkennung dieses Schwellenreizes selbst bereits ein Endergebnis des gesamten Empfindungsverlaufes an der bestimmten Stelle bildet. Eine geringere Intensität könnte z. B. schon wegen des langsameren, allmählicheren Verlaufes der ihr entsprechenden Erregung nicht so viel Auffälligkeit besitzen, als eine plötzlicher und schneller verlaufende mit ähnlicher »Gesamtintensität«, wie man etwa die von der Kurve eingeschlossene Fläche oder ein irgendwie entsprechendes Stück aus ihr bezeichnen könnte. Es ist sehr schwierig, hier eine hypothetische Unterscheidung peripher und central bedingter Anteile am gesamten Quantum der Schwelle abzuleiten. Würde dies für die Ableitung der einfachen Schwellen als solcher an den verschiedenen Punkten noch relativ wenig in Betracht kommen, wenn es sich um ihre Ableitung unter konstanten Aufmerksamkeitsbedingungen handelt, so komplizieren doch jene eventuellen psychologischen Einflüsse der Verlaufsform

die Vergleichung unter verschiedenen Aufmerksamkeitsverhältnissen schon viel mehr. Denn man übersieht nicht ohne weiteres, wieviel zu der beiderseitigen Differenz als geringere »Auffälligkeit« der Verlaufsform des geringeren von beiden Schwellenreizen hinzuzufügen ist. Auch von dieser Seite ist also vorläufig eine Allgemeingültigkeit der Resultate im einzelnen nur unter den speziellen absoluten Helligkeitsmaßen gegeben.

II. Die Bedeutung der räumlichen Ausdehnung der Zusatzhelligkeit.

Eine Komplikation aller bisher behandelten Schwierigkeiten, sowohl der rein peripher bedingten Gesamtwirkung als solcher, als auch der im Verlauf liegenden centraleren Erkennungsbedingungen und anderweitiger psychologischer Faktoren, brachte nun aber ferner die Frage nach der Ausdehnung der kurzdauernden Reize mit sich. Es ist bekannt, daß die Reizschwelle schon für dauernd dargebotene Reize von der Ausdehnung abhängig ist [1]).

Es fragt sich aber nun, wie sich diese Verhältnisse bei Schwellen für kurzdauernde Veränderungen gestalten werden, wobei viel größere Reizintensitäten und vielleicht eine Summation bis zu viel weiterem Umfange stattfindet. Natürlich wäre zur ausführlichen Lösung dieser Spezialfrage eine exaktere Gestaltung der Ausdehnungsverhältnisse nötig gewesen. Indessen war diese Bedingung, wie wir oben sahen, nur schwer genau zu erfüllen. Mehr noch als bei den gewöhnlichen Schwellen für dauernde Reize dürften sich übrigens hier die psychologischen Beziehungen zwischen den benachbarten Stellen zur Geltung bringen, was vor allem aus dem Einflusse der Übung hervorzugehen scheint, und insbesondere aus der Bedeutung der Größe des Punktes, auf welche eine längere Einübung und »Einstellung« stattfand. Die größte Differenz der in unseren Versuchen benützten Punktflächen (in der centralsten und mittleren Breiten-

[1]) Für die spezielle Gesetzmäßigkeit, besonders für Dunkeladaptation, erschien auch die Lage im Sehfeld von Bedeutung, was man in den neueren Theorien hierüber an die histologischen Unterschiede und die mit ihnen zusammenhängenden Verschiedenheiten der Nervenschaltung anzugleichen versucht. Für den von uns angewandten Grad der Helladaptation wären auch von diesem Gesichtspunkte aus bei völlig gleicher Flächenausdehnung aller Veränderungsstellen ziemlich vergleichbare Verhältnisse vorhanden gewesen.



zone) entsprach dem Verhältnis 2 : 3 (mittlerer Durchmesser etwa 4° Gesichtswinkel) und bei späteren im Anschluß an die Reaktionsversuche nur kurze Zeit gemachten Kontrollbestimmungen (vgl. oben S. 45, Anm.) etwa 3 : 4 mit etwa 8° Gesichtswinkel im Durchmesser. Bei einer viel größeren Einübung zeigte jene dauernd kleiner eingehaltene Punktgröße unserer Hauptversuche (am Schlusse des ganzen) nur einen relativ geringen Nachteil hinter der größeren Ausdehnung jener späteren Versuche ohne erneute maximale Übung.

Bei den geübtesten Hauptversuchen schien aus dem Vergleich der gewöhnlichen Ausdehnung mit einer wesentlich größeren und einer andern wesentlich geringeren Ausdehnung bei allerdings wenigen Versuchen, welche für die neuen Ausdehnungen an ihrer räumlichen Stelle keine volle Einübung erzeugen konnten, eine gewisse Annäherung an das umgekehrte Verhältnis der Schwelle zur 4. Wurzel hervorzugehen. Die Zahlen über den Schwellenwerten bedeuten das Verhältnis der Ausdehnung, wobei sich die zweite (5) auf die gewöhnliche des hierzu beigezogenen Punktes Nr. 16 bezieht.

$$\overset{1}{\frac{12{,}5 \cdot 16{,}7}{150{,}7}} = 1{,}38 \qquad \overset{5}{\frac{5{,}5 \cdot 25{,}7}{175{,}5}} = 0{,}88 \qquad \overset{11{,}2}{\frac{1{,}5 \cdot 23{,}4}{150{,}7}} = 0{,}78;$$

berechnet man $\frac{1}{\sqrt[4]{F_x}}$ für $x = 1$, $1{,}5$ und $11{,}2$ und multipliert es mit 1,38, so ergibt sich

1,38 0,92 0,73

wobei also die Steigerung der Schwelle von $F = 5$ nach abwärts relativ etwas größer ist, entsprechend einem Werte zwischen der 4. und 3. Wurzel, die Abnahme nach oben aber etwas geringer, zwischen der 4. und 5. Wurzel. Unsere maximale Einübung gewährleistete also auch für die Vergleichbarkeit sämtlicher nur wenig in der Ausdehnung differierender Stellen eine relativ große Annäherung an die Bedingungen bei völlig gleicher Ausdehnung sämtlicher Punkte. Dennoch muß auch von dieser Seite auf eine Einschränkung der Allgemeingültigkeit der absoluten Zahlen im allgemeinen hingewiesen werden (zumal dieser Faktor natürlich ähnlich wie der Verlauf im

allgemeinen für die verschiedenen Aufmerksamkeitseinstellungen noch besonders in Betracht kommt)[1].

III. Ausschaltung von Akkommodationseinflüssen.

Die Anschauung, daß eine Analyse auch psychologischen Tatsachen, also z. B. Aufmerksamkeitserscheinungen gegenüber, nur für die objektiven Äußerungen der inneren Zustände, also unter Umgehung der unmittelbaren Erfahrung des Bewußtseinserlebnisses, in wissenschaftlicher Exaktheit möglich sei, wurde u. a. für W. Heinrich zum heuristischen Prinzip, um umgekehrt solche vermeintlich allein diskutable Begleiterscheinungen auch für die in der Selbstbeobachtung längst unstreitig und zum Teil quantitativ festgestellten psychologischen Tatsachen aufzusuchen, für welche uns bisher noch jegliche Kenntnis analoger Ausdrucksbewegungen fehlte. Dabei beschäftigte sich Heinrich gerade auch mit der Konzentration der Aufmerksamkeit auf einen in der Peripherie des subjektiven Sehfeldes gelegenen Punkt bei fortgesetzter Fixation eines andern objektiven Punktes. Hierauf war schon von Joh. Müller, Helmholtz, Volkmann, Wundt u. a. als besonders deutliches Beispiel zur Abtrennung der Klarheit (im Sinne unseres »Bewußtseinsgrades«) von peripher bedingten Deutlichkeits- und Sehschärfegraden des optischen Inhaltes hingewiesen worden. Heinrich glaubte nachweisen zu können, daß bei der extrafovealen Einstellung der Aufmerksamkeit, je nach der Lage des Punktes im Sehfeld, eine besondere Akkomodation von Linse und Pupille stattfinde, welche nach den dioptrischen, insbesondere periskopischen Verhältnissen des Auges maximal günstige Bedingungen für die Wahrnehmung mit diesen seitlichen Netzhautstellen dar-

---

[1]) Dagegen ergaben die an und für sich mit geringerer Übung arbeitenden späteren Versuche beim Herabsteigen von der vollen Ausdehnung auf zwei tiefere Stufen für den nicht viel von Nr. 16 entfernten Punkt Nr. 7 eine gewisse Annäherung an die indirekte Proportionalität zum Quadrat, wenn wir von der untersten Ausdehnung aufsteigen, wobei der Unterschied wieder anfangs etwas schneller, später etwas langsamer fortschreitet. Da absolute Ausdehnung und Helligkeit in diesem Bereiche zum Teil den früheren völlig entsprechen und keine sonstigen Versuchsfehler vorlagen, kann es sich nur um die allgemeinen Übungsbedingungen handeln.

biete [1]). Mit seinen zur Lösung einer so schwierigen dioptrischen Frage wohl kaum noch ausreichenden Untersuchungen war selbstverständlich auch im Falle ihrer Richtigkeit nicht erwiesen, daß die Eigentümlichkeit des Bewußtseinsgrades oder der Klarheit mit der Modifikation der Wahrnehmungen auf Grund jener peripheren Akkommodationseinstellungen identisch ist. Es wäre vielmehr höchstens eine weitere Begleiterscheinung des Apperzeptionsaktes erwiesen, welche dessen Bedeutung für die äußere Sinneswahrnehmung noch erhöht.

Diese Erscheinung könnte dann, soweit wirklich ihre eindeutige Abhängigkeit von der apperzeptiven Einstellung durch spezifisch psychologische Methoden nachgewiesen wäre, wiederum zu wertvollen quantitativen Analysen der Bewußtseinslage selbst beigezogen werden. Auch wenn aber sogar der größte Teil des Effektes der seitlich eingestellten Aufmerksamkeit für die äußere Auffassung auf diesen Vorgängen beruhen würde, könnte er nicht den ganzen Vorteil der apperzeptiven Stellung für den Erkenntniswert ausmachen. Der Prozeß im ganzen wäre ja doch, wenigstens in den experimentell beigezogenen Fällen mit ihrer willkürlichen Aufmerksamkeitseinstellung, durch eine innere apperzeptive Heraushebung allgemeiner Art der zu klärenden Stelle eingeleitet, wie sie bei allen Vorstellungsinhalten, nicht nur bei äußeren Wahrnehmungen, fortwährend vorkommt und auch ohne äußerlich bedingte Modifikationen des Bildes, z. B. seiner inneren Kontraste usw., nach unseren allgemeinen psychologischen Prinzipien die Auffassungs-, Vergleichs- und Merkfähigkeit unterstützt. Niemals könnte also der ganze Vorteil der seitlich gerichteten Apperzeption für den Erkenntniswert eines Auffassungsaktes in jenen Akkommodationsverbesserungen aufgehen.

Für alle quantitativen Untersuchungen von Einflüssen des Bewußtseinsgrades auf die Erkennung äußerer Vorgänge ist also gewiß zunächst stets die Möglichkeit einer Vermittlung feinerer Auffassungen durch die Akkommodation mit ins Auge zu fassen. Wenn es nur gälte, die Unterschiede der Auffassung in physikalischen Maßen im ganzen in ein gegenseitiges Verhältnis zu setzen, wäre ja diese Frage der

[1]) W. Heinrich: »Die Aufmerksamkeit und die Funktion der Sinnesorgane«, Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. Bd. IX, S. 342 und XI, S. 410.



Zurückführung auf einzelne Faktoren stets eine sekundäre. Wenn jedoch ausdrücklich eine allgemeingültigere quantitative Analyse jener eben genannten primären Seite des willkürlich eingeleiteten Apperzeptionsvorganges erstrebt wird, die zur Begleiterscheinung der Akkommodation selbst erst die psychologische Voraussetzung bildet, so ist eben hiermit bereits der Versuch zur Analyse der beteiligten Faktoren inbegriffen, der es ratsam erscheinen läßt, alle akkommodativen Veränderungen in den etwa zu erwartenden Richtungen in ihrem Einflusse auf das Versuchsergebnis möglichst herabzusetzen. In dieser Hinsicht kommen vor allem Pupillen- und Linseneinstellungen, sowie Veränderungen der absoluten nervösen Erregbarkeit überhaupt in Betracht. Die Verwendung eines erhellten Sehfeldes, welche nicht absolute Reizschwellen, sondern nur Veränderungsschwellen einführen ließ, setzte zunächst den Einfluß der Pupillenweite und Erregbarkeitsveränderung auf einen in unseren Grenzen zu vernachlässigenden Betrag herab, weil ja die konstante und die Zusatzintensität physikalisch und in ihrer physiologischen Wirkung hierdurch in gleichem Sinne beeinflußt werden mußte. Die eventuellen Konzentrationswirkungen der Linse aber, welche eine schärfere Kontur des erleuchteten Fleckes hätte herbeiführen können, kamen zunächst überhaupt nur zu einem verschwindend kleinen Teil in Betracht, weil die Akkommodation der Linse auch bei allen Aufmerksamkeitsverteilungen und seitlichen Konzentrationen jederzeit mit dem stets nötigen Fixationsakt vor allem von dem Blick auf die Perimeterspitze beherrscht war, die für mein myopisches linkes Auge auf 25 cm eben scharf gesehen [1]) werden konnte. Indessen waren Schwankungen und Kompromißeinstellungen nicht ausgeschlossen. Sie wurden aber nun jedenfalls durch eine objektiv so unscharf als möglich genommene Kontur der Flecke für die Schwelle möglichst irrelevant gemacht, insofern überhaupt nur noch die Gesamtwirkung an Licht überhaupt

[1]) Es ist dies ein Hauptargnment, das sich gegen die Präzision all dieser Versuche über die Notwendigkeit einer peripheren Akkommodation bei seitlicher Aufmerksamkeit erheben läßt. Man kann die fixierte Stelle mit genau der nämlichen Sehschärfe im Auge behalten, wie sie nur bei einer für diese Distanz mit größter Genauigkeit eingestellten Akkommodation möglich ist, und trotzdem gleichzeitig die Peripherie mit der Hingebung beachten, wie sie nach den Erfahrungen unserer Arbeit die relative höchste Leistung in der peripheren Veränderungsauffassung für Helligkeiten mit sich bringt.

in Frage kam. Dazu kommt, daß die kurzdauernde Erregung an und für sich von einer Gleichmäßigkeit innerhalb des Reizfleckes so weit als möglich entfernt ist, so daß auch in der zentralsten Region, bei Punkt 1—4 niemals etwas anders als eine solche Gesamtwirkung in Frage kam [1]). Diese unscharfe Kontur des Bildes ergab sich zunächst aus der einfachen Schattenprojektion der Öffnungen des Blechtrichters *t* auf die Außenfläche des Perimeters *T* (siehe Fig. 1), welche ohne Dazwischenkunft einer Linse nur eine verschwommene Grenze geben konnte. Außerdem zerstreute aber der Glastrichter selbst dieses transparent betrachtete Bild weiterhin dadurch, daß er auf seiner Außenfläche mit einer doppelten Lage Papier belegt, auf seiner Innenfläche aber nochmals mattiert war, wobei die Distanz beider mit verschiedener Zerstreuungswirkung arbeitender Schichten bei der Dicke des Glases einen vollen Centimeter betrug. Für den einzelnen Punkt selbst aber waren die Verhältnisse jederzeit konstant und für die verschiedenen Punkte hinreichend vergleichbar, so daß hier die Steigerung des physikalischen Reizes auch wiederum eine einfache Proportionalität jener Gesamtwirkung herbeiführt.

Trotzdem hielt ich es für geraten, diese vereinfachende Wirkung der unscharfen Kontur noch durch direkte Versuche nachzuprüfen. Und zwar kamen vor allem zweierlei Möglichkeiten in Betracht. Die erste wurde am Abschlusse der hier beschriebenen Versuchsreihen mit der hier gebräuchlichen Punktgröße (im August 1904) verwirklicht und bestand im Vergleich der Schwelle bei verteilter und der bei konzentrierter Aufmerksamkeit nach maximaler Atropinisierung des beobachtenden Auges (hier des rechten [2]). Nach mehreren Einübungsversuchen wurde bei der starken Angegriffenheit des Auges im ganzen, für das der Trichter ohne Pupillenregulierung doch etwas blendend

[1]) Es mag hinzugefügt werden, daß der bekannte phasische Ablauf der Erregung bei kurzdauernden Eindrücken die durch eine Akkommodation nur wenig in sich abklärbare Komplikation des Veränderungsvorganges so sehr erhöhte, daß beim unwissentlichen Verfahren in einigen Fällen erst die dunkleren (negativen) Phasen als ein gewissermaßen eben noch erfaßter Schatten heraustraten, wenngleich sie natürlich nicht den einzigen Reiz für die Aufmerksamkeit gebildet hatten. Die Proportionalität der Gesamtenergie des Vorgangs zum Reiz bleibt trotzdem erhalten.

[2]) Mein etwas stärker myopisches (4,5) rechtes Auge wurde beigezogen, um eventuell noch spätere Versuche mit dem linken in den nächsten Tagen unter den früheren Bedingungen möglich zu machen, was jedoch dann zur Schonung der Augen überhaupt unterblieb.

erschien, allerdings nur ein einziger Hauptversuch korrekt durchgeführt, der aber auch die Übereinstimmung in der Dimension der Differenz zwischen verteilter und konzentrierter Aufmerksamkeit deutlich erkennen ließ. Punkt 20: Unwissentlich aufsteigend (vgl. nächsten Abschnitt) 11^{σ}, wissentlich 8^{σ} $\left(\text{Helligkeit } \frac{23,4}{140,1}\right)$, also ein Verhältnis der Schwellenwerte von 1,83, wie es an die größeren unter normalen Akkommodationsbedingungen gefundenen Differenzen zwischen beiden Aufmerksamkeitseinstellungen heranreicht.

Inzwischen hatte ein Schüler Heinrichs, Herr St. Loria, dem auch als Schüler Wundts meine Versuche bekannt waren, die Untersuchungen über Akkommodation für peripheres Sehen fortgesetzt. Während seine erste Mitteilung der Versuchsresultate noch keine weiteren Konsequenzen zieht, will Loria in seiner neueren ausführlicheren Darlegung [1]), allerdings ohne spezielle Bezugnahme auf derartig angestellte Versuche, in einer kurzen Notiz auch alle Ergebnisse über den sog. Umfang des Bewußtseins [2]) oder der Aufmerksamkeit wieder auf Akkommodationseinflüsse zurückführen. Nach den obigen Ausführungen braucht hier zur Kritik dieser Schlußfolgerungen aus den an sich ja selbständig wertvollen Beobachtungen nichts hinzugefügt zu werden. Trotzdem nahm ich mir nochmals die Mühe, für die Schwelle bei seitlich konzentrierter Aufmerksamkeit selbst verschiedene Linseneinstellungen beizuziehen, durch welche sogar die volle Konstanz, wenigstens bei unserer unscharfen Kontur, innerhalb der Grenzen unserer Genauigkeit nachgewiesen wurde. Die Variation des Brechungszustandes wurde hier auf die nächstliegende Weise durch Einfügung einer randfreien Konvexlinse (von 30 cm Apertur und 12 cm Brennweite) 8 cm vor dem Fixationspunkt in die Gesichtslinie herbeigeführt, durch welche ich wiederum auf den nun bedeutend vergrößerten aber wiederum stets völlig scharfen schwarzen Fixationspunkt hindurchblickte, während sämtliche für die Veränderung in Betracht kommenden Stellen wie sonst frei lagen.

Um neben der äußersten Peripherie auch die nach Heinrich relativ besonders anpassungsfähige Mittelzone zu untersuchen, kamen

[1]) Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, Bd. 40, S. 160.
[2]) A. a. O. S. 185.



hierfür Punkt Nr. 37, 35 und 16 zur Prüfung, und zwar bereits mit der neuen, für die Reaktionsversuche beigezogenen Punktgröße.

Punkt 37 mit Linse $14,5^{\sigma}$ (aufsteigend $15,5^{\sigma}$, absteigend $13,5^{\sigma}$)
ohne Linse genau so ($14,5^{\sigma}$). Helligkeit $\frac{14}{135,1}$

Punkt 35 mit Linse 14^{σ} (absteigend $12,5^{\sigma}$, aufsteigend $15,5^{\sigma}$)
ohne Linse 14^{σ} (absteigend $13,5^{\sigma}$, aufsteigend $14,5^{\sigma}$)
Helligkeit $\frac{15,7}{170}$

Punkt 16 mit Linse 11^{σ} (absteigend 10,5, aufsteigend 11,5)
ohne Linse genau so (11^{σ}) Helligkeit $\frac{21,8}{168,5}$

Als einziger Unterschied läßt sich höchstens bei Punkt 35 eine größere Schwankungsbreite der Urteile bei Einsatz der Linse erkennen, wie sie aber auch sonst gelegentlichen Verschiedenheiten unterworfen ist. Punkt 37 und 16 zeigen auch in diesem Umfange keine Veränderung. Damit dürfte für unsere Versuchsbedingungen wenigstens der Einfluß peripherer Akkommodationsbedingungen auf die Endresultate sehr reduziert erscheinen.

IV. Die Methode der Schwellenbestimmung.

Für die Ableitung der Normalschwellen bei voller Konzentration der Aufmerksamkeit konnten am ehesten die allgemeinen Anforderungen der psychophysischen Methoden erfüllt werden, weil die Wissentlichkeit hinsichtlich der variierten Stelle beliebig den Wechsel von über- und untermerklichen Veränderungsgrößen gestattete. Dagegen bestand das Hauptprinzip zur Erhaltung gleicher Verteilung der Aufmerksamkeit in einer völligen oder teilweisen Unwissentlichkeit hinsichtlich der variierten Stelle, so daß also hier bei Einfügung übermerklicher Veränderungen ein fortwährender Wechsel des Punktes notwendig gewesen wäre. Die Beibehaltung eines Punktes (oder einiger weniger) in einer Versuchsreihe nötigte jedoch zur Darbietung untermerklicher Werte bis zur Erreichung der Schwelle im aufsteigenden Verfahren. Die Ergebnisse der wissentlichen Normalschwelle und der allgemeinen Erfahrung in den Vorversuchen, zusammen mit einer Beurteilung der allgemeinen Lichtverhältnisse des Tages, konnten hierbei den unteren Ausgangspunkt mit mehr oder weniger Glück und Gewandheit aus-

wählen lassen, um einer zu langen oder zu kurzen Reihe bis zur Erkennung des Variationsortes vorzubeugen. Für die durchgängige Einhaltung des letzteren Verfahrens entschied neben der Konstanz der Resultate im allgemeinen und neben der Leichtigkeit, nach einiger Übung des Experimentators in der Wahl des Ausgangspunktes wirklich homogene Reihen von gleichem psychologischen Gewichte bei Erhaltung der Unwissentlichkeit zu erlangen, vor allem die auch bei der Bogenlampe unvermeidliche, wenn auch sehr langsam fortschreitende Veränderung des konstanten und des Zusatzlichtes, die besonders für die extremer gelegenen Punkte vorhanden war und hier in größerer beiderseitiger Unabhängigkeit erfolgte [1]). Gelang es, unter Beibehaltung der Aufmerksamkeitsverteilung in einer Reihe von etwa fünf bis acht Einzelexpositionen an die eben merkliche Veränderung heranzukommen, so konnten die beiden sofort photometrisch bestimmten Helligkeitswerte mit Sicherheit auf sämtliche für die Auffindung dieses Schwellenwertes benützten Versuche bezogen werden. Der gewöhnliche Fortschritt erfolgte zu je $^1/_2{}^\sigma$ unterhalb 10^σ und zu je 1^σ oberhalb 10^σ (gelegentlich auch hier zu $^1/_2{}^\sigma$, s. unten). Dieser Verlauf einer Reihe war aber nach kurzer Einübung des Experimentators der übliche, mit verschwindenden Ausnahmen des Fehlgreifens in den Ausgangswerten, wo dann etwa zehn bis zwölf Versuche nötig wurden. Die Übung des Beobachters hätte auch über diese etwas andersartig gebauten Reihen hinweggeholfen, die aber dann meistens bei Gelegenheit wiederholt wurden.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen bei diesem Verfahren freilich auch die unsicheren oder mit bezug auf die wirkliche Reizlage bestimmt »unrichtigen« (nicht nur relativ ungenauen) Wahrnehmungen des Beobachters, welche natürlich nicht als Schwellenwerte betrachtet werden konnten. Bei einem Abbruch der Reihe wegen der Befürchtung einer Störung der verabredeten Klarheitsverteilung hätten sich indessen zu große Weiterungen und schließlich doch auch wiederum Unvergleichbarkeiten der allgemeinen psychologischen Einstellungen in den vielen dann nötig gewordenen Reihen ergeben.

---

[1]) Z. B. war für Punkt 25 an einem Tage die Zusatzhelligkeit von 6 Uhr 2 Min. bis 7 Uhr 7 Min. ungefähr konstant auf 21 geblieben, während die konstante Beleuchtung von 150 auf 158 sich erhöhte.

Allen derartigen Annäherungen an die sichere Wahrnehmung, die allein den vergleichbaren Maßstab bilden sollte, konnte mit tatsächlich bestem Erfolg in der Weise begegnet werden, daß einerseits der Experimentator vor einer gleichzeitig sicheren und richtigen Angabe sich absolut schweigsam verhielt und mit einigem Takt gelegentlich den nämlichen Wert wiederholte, bzw. zu einem tieferen zurückgriff, bis ein sicherer Wert sich ergab, und daß der Beobachter lernte, bis zu diesem Einverständnis des Experimentators seinen bisherigen Wahrnehmungen nicht so zu vertrauen, daß er ihnen einen Einfluß auf die fernere Verteilung im Sinne einer Bevorzugung jener Stelle oder einer etwaigen Vernachlässigung eines Teiles des ordnungsgemäß gleich zu beachtenden Feldes eingeräumt hätte, und daß er gleichzeitig jederzeit Vexierversuche gewärtigte. Dieser Tendenz des Beobachters kam dabei sehr zustatten, daß die unsicheren Angaben mindestens zur Hälfte zugleich völlig unrichtig lokalisiert wurden und sich sogar als teilweise rein subjektive Vorgänge bekundeten, da sie selbst bei Vexierversuchen gelegentlich vorkamen. Man lernte dadurch von der örtlichen Lage solcher unsicheren Angaben sehr leicht abstrahieren. Dieser Erfolg ergab sich auch daraus mit aller Deutlichkeit zu erkennen, daß nach gelegentlichen unsicheren oder falschen Angaben meistenteils auch wiederum völlige Unmerklichkeit angegeben wurde, falls jene ersten Angaben wirklich hinreichend weit unter der tatsächlichen Schwelle bei dieser Verteilungsform lagen. Ein Teil solcher »Ausreißer« mag sich auf Blickschwankungen zurückführen lassen, die aber dann offenbar zugleich mit einer Störung der allgemeinen Lokalisation oder wenigstens ihrer Genauigkeit Hand in Hand gingen und sogar völlige Inversionen der Lage zum Fixationspunkte ermöglichten.

Etwas anders lagen die Verhältnisse natürlich, falls die tatsächliche objektive Reizung einer ungefähren Stelle bereits ziemlich sicher erkannt und nur die genauere Lage noch nicht bestimmt werden konnte. In diesem Falle war man ohnehin bereits direkt in der Nähe des gesuchten Wertes. Es war also ein Aufgeben dieser ganzen Reihe und völlige Neuanknüpfung unter neuen Umständen nicht erforderlich, wenn es nur gelang, in den nächsten Versuchen mit einem gleichen oder höheren Werte die alte Verteilung der Aufmerksamkeit beizubehalten, was in diesem Falle natürlich schwieriger war. Bei der

völligen Schweigsamkeit des Experimentators gelang auch dies, nachdem besonders in den entsprechenden Reihen (vgl. unten S. 74) die Konzentration auf bestimmte engere Gebiete trotz der gleichzeitig bewußten Möglichkeit der Reizung andrer Stellen eingeübt worden war. Auch dies zeigte sich besonders darin, daß der sichere Wert nicht immer sogleich bei dem nächsten Schritt um $^1/_2{}^\sigma$ höher gefunden wurde, sondern mitunter auch noch eine weitere Stufe höher. Dennoch wurden in allen diesen Fällen einer (wenn auch subjektiv unsicheren) Angabe der ungefähren Region Mittelwerte unter Berücksichtigung auch des geringsten unsicheren Wertes gebildet, wobei ein Grad, in selteneren Fällen auch zwei Grade der geringeren Sicherheit zugelassen wurden. Im ersteren Falle wurde einfach die Zwischenstrecke halbiert, in den andren Fällen kam sogar eine Dreiteilung zur Anwendung, die aus den nicht mit 0,50 oder 0,25 schließenden Zeitwerten der Tabelle ersichtlich ist. Weitaus in der Mehrzahl der Fälle trat jedoch der endgültige Wert nach völliger Unbemerktheit bei den nächst niederen Stufen mit einer auch als ungefähr gleichwertig zu erkennenden Sicherheit des »eben bestimmt bemerkt« über die Schwelle. Dennoch kann der allgemeine Satz ausgesprochen werden, der übrigens für den allgemeinen Charakter des Einflusses vom Bewußtseinsgrad auf die Veränderungsauffassung nicht unwesentlich ist, daß innerhalb der gesamten Sphäre von der Minimalschwelle bei wissentlicher Konzentration an aufwärts gelegentlich Unsicherheitsurteile oder sonstige indirekt vermittelte mehr gefühlsmäßige Wirkungen innerhalb des Bewußtseins vorkamen.

Besonders wichtig war bei den verschiedenen Verteilungen natürlich die Beseitigung der Möglichkeit, aus der Zahl der bereits erledigten Punkte einen Rückschluß auf die noch zu erwartenden Stellen zu ziehen. Auch hier mußte vor allem die Selbstkontrolle des Beobachters die negative Hauptarbeit leisten, jeder besonderen Beachtung der Reihenfolge und jeder Reflexionstendenz von Anfang an bei sich selbst entgegenzutreten. In diesem Falle reicht bei genügender Streuung fast allein schon die Anzahl der 37 Punkte als solche aus, um die stets auf einige Tage verteilte Gesamtreihenfolge gründlich zu vergessen. Dazu kam noch die besondere Freiheit des Experimentators in der völlig ungebundenen Struktur der Reihen mit beliebigen Wiederholungen, von denen jedoch nicht viel Gebrauch gemacht zu werden

brauchte. Nach dieser Seite machte sich denn auch in der Tat im ganzen Verlaufe der Arbeit keine Schwierigkeit geltend.

Bei dieser immerhin nicht allzu großen Präzision der Bestimmung der einzelnen Schwelle muß übrigens berücksichtigt werden, daß es sich hier überhaupt nicht um eine Ausgleichung durch Wiederholung des nämlichen Falles handelte, sondern vor allem um die Durchmusterung des gesamten Verteilungsfeldes. Die Stetigkeit des letzteren gestattete es, die gesetzmäßigen Abweichungen hinsichtlich des Bewußtseinsgrades von einem Punkt zum andern von den zufälligen einigermaßen zu unterscheiden und einen mittleren Gesamtwert der Aufmerksamkeitsleistung in der Verteilung abzuleiten. Die Präzision dieses resultierenden Wertes für das gesamte Feld ist aber auch schon bei diesem Grade der Präzision und inneren Homogenität der Ableitungsweise der Schwellen für die einzelnen Punkte ziemlich hoch zu veranschlagen.

Bei jenem Grade der Genauigkeit der Verteilungswerte hätte eine wesentlich ausführlichere Prüfung der Minimalwerte bei wissentlicher Konzentration eine unverhältnismäßige Erhöhung der Präzision angestrebt, welche nur die Zeit zur Untersuchung neuer Verteilungsformen weggenommen hätte. Dennoch konnte hier wenigstens eine Ergänzung durch verschiedene Richtungen des Fortschrittes und eine durchgängige Einhaltung von $^1/_2{}^\sigma$ als des größten Minimalschrittes in der Nähe der Schwelle durchgeführt werden. Dabei schien der psychologischen Bedeutung dieser Schwelle vor allem das absteigende Verfahren zu entsprechen, in welchem ein jeder Versuch für den folgenden als Steigerung der Konzentrationsbedingung wirkt, solange keine Ermüdung eintritt. Tatsächlich konnte auch im Verlauf einer solchen Reihe häufig von einem bestimmten Zeitpunkte an eine Steigerung der allgemeinen Leichtigkeit in der Konzentration auf eine seitliche Stelle (bei fortgesetzt genauer Einhaltung der Fixation) bemerkt werden, von der an erst der Minimalwert, gewissermaßen in einem letzten intensivsten »Antrieb«, erlangt wurde. Doch ist dieser rein subjektiven Analyse der Leichtigkeit nicht zu viel Gewicht beizulegen, da sie auch aus der Leichtigkeit in der Überwindung allmählich entgegentretender Schwierigkeiten nach erneuter Anpassung resultieren kann, die z. B. am Anfang einer neuen Reihe überhaupt fehlen. Einen Entscheid kann also hier nur ein Vergleich des von vornherein nur

auf- oder absteigenden Verfahrens unter möglichst ähnlichen Bedingungen bringen.

Diese Frage des Einflusses der Richtung des Fortschreitens auf die Größe der Minimalschwellen bei voller Aufmerksamkeitskonzentration wurde denn auch später nochmals ausführlicher als Spezialuntersuchung vorgenommen, und zwar wieder mit der oben erwähnten (S. 45, Anm.) Größe der aufgehellten Punkte, die bei den Reaktionsversuchen zur Verwendung kam. Dabei ergab sich, daß eine hinreichende Anspannung der Aufmerksamkeit auch beim Heraufsteigen von unbemerkten Reizwerten in Schritten von je $^1/_2{}^\sigma$ zu einem ganz ähnlichen Werte führte, wenn man nur bei Beginn der Reihe durch eine kurze Darbietung die Lage genau dem Gedächtnis eingeprägt hatte. Diese langsame Annäherung an die Schwelle von unten her kann jedenfalls die sensibilisierende Wirkung auf die peripheren Erregbarkeitsverhältnisse, falls eine solche stattfindet, in ähnlicher Weise ohne Rücksicht auf die Merklichkeitsverhältnisse ausüben, weil doch die physiologischen Erregungswerte etwas unter der Grenze von denen darüber nicht wesentlich verschieden sind. Die Vergleichung beider Richtungen erstreckte sich dabei auf 14 Punkte, wobei der Ab- und Aufstieg in zwei aufeinanderfolgenden Reihen getrennt untersucht wurde.

Nr.	absteigend		aufsteigend		Nr.	absteigend		aufsteigend	
1	$\frac{8{,}5 \cdot 17{,}55}{135}$	1,10	$\frac{7{,}5 \cdot 18{,}9}{131{,}7}$	1,08	21	$\frac{10 \cdot 21{,}5}{181{,}5}$	1,18	$\frac{7{,}5 \cdot 20{,}6}{142{,}6}$	1,08
3	$\frac{8{,}5 \cdot 21{,}4}{108{,}5}$	1,68	$\frac{7{,}5 \cdot 18}{93}$	1,45	23	$\frac{12{,}5 \cdot 25{,}1}{165{,}5}$	1,90	$\frac{13 \cdot 18{,}4}{148{,}7}$	1,61
4	$\frac{7 \cdot 22{,}9}{137{,}6}$	1,17	$\frac{7{,}5 \cdot 19{,}8}{127{,}6}$	1,16	25	$\frac{18{,}5 \cdot 15{,}9}{156}$	1,89	$\frac{15{,}5 \cdot 17{,}1}{152{,}1}$	1,73
5	$\frac{8{,}5 \cdot 26}{156}$	1,42	$\frac{10 \cdot 18{,}9}{136{,}3}$	1,39	31	$\frac{9{,}5 \cdot 18}{108{,}4}$	1,57	$\frac{10{,}5 \cdot 15{,}8}{100{,}6}$	1,65
9	$\frac{11 \cdot 18{,}8}{127{,}6}$	1,62	$\frac{9{,}5 \cdot 16{,}8}{92{,}8}$	1,72	33	$\frac{14 \cdot 24}{181{,}5}$	1,85	$\frac{13 \cdot 21{,}6}{170{,}5}$	1,65
11	$\frac{9 \cdot 21{,}4}{140{,}1}$	1,37	$\frac{9 \cdot 21{,}6}{142{,}6}$	1,36	35	$\frac{18 \cdot 17{,}1}{217}$	1,42	$\frac{16 \cdot 14}{153{,}4}$	1,46
13	$\frac{15 \cdot 17{,}1}{147{,}8}$	1,73	$\frac{15 \cdot 17{,}1}{161{,}5}$	1,59	37	$\frac{16{,}5 \cdot 15{,}1}{129}$	1,93	$\frac{17 \cdot 15}{130}$	1,96

Im Mittel ergibt sich für den Abstieg 1,56, für den Aufstieg 1,50 oder ein beiderseitiges Verhältnis von 1,04. Der Vorteil des Aufstiegs könnte auf einen neuen Übungsfortschritt zurückzuführen sein, da der

Aufstieg an zweiter Stelle untersucht wurde. Ein etwaiger Nachteil des Ansteigens könnte also höchstens noch kleiner sein als dieser Fortschritt. Darnach erscheint auch das geringe Steigen der Schwelle um $^1/_2$ bis 1^σ, das bei unserem im allgemeinen absteigenden Verfahren für die wissentliche Normalschwelle auf der Rückkehr nach vorheriger Überschreitung des noch merklichen Minimalwertes manchmal beobachtet wurde, im wesentlichen wohl eher als die Wirkung einer Ermüdung, die am Ende des ganzen Einzelversuches erklärlich erscheint. Die Beibehaltung des beim Abstieg eben noch erreichbaren Minimalwertes für den Erfolg der vollen Konzentration dürfte darnach gerechtfertigt erscheinen. Anderseits ist damit auch eine für unsere Zwecke vorläufig hinreichende Vergleichbarkeit mit den in aufsteigendem Verfahren gewonnenen Werten bei Verteilung der Aufmerksamkeit gewährleistet. Bei spezielleren Neubearbeitungen einzelner Verteilungsformen kann aber auch nach dieser Seite eine noch größere Präzision der Methode auf Grund mehrfacher Wiederholungen angestrebt werden.

Als wesentliche Voraussetzung für die Gleichmäßigkeit der Einstellung mußte natürlich die Zeit für die willkürliche Verteilung oder Konzentration der Aufmerksamkeit dem Beobachter selbst überlassen bleiben, worauf er den Reaktionstaster, bei der großen Einübung ohne Störung dieses statischen Zustandes, leise niederdrückte. Von einer Messung dieses zu dem gemessenen Enderfolge der psychischen Leistung erforderlichen Zeitaufwandes wurde vorläufig abgesehen. Soviel trat jedoch schon durch die einfachste Beobachtung hervor, daß er zur Schwierigkeit der Verteilungsform in einem deutlichen Verhältnis steht und daß die gesamte Anstrengung in diesem Vorstadium zur vollständigen Erklärung der jeweiligen Leistung später in umfassenderer Weise beizuziehen sein wird, ohne daß freilich der Beobachter deshalb auf diese Zeitverhältnisse beim Erleben selbst reflektieren dürfte.

Die Schwierigkeiten der Aufgaben für die Verteilungsform der Aufmerksamkeit, die ich vorläufig untersuchen wollte, erforderten ferner eine so große Gesamtzeit der Untersuchungen auch schon für die Durcharbeitung an einer einzigen Person, daß ich mich wiederum hier nur auf die Mitteilung solcher individueller Ergebnisse und zwar von mir selbst als einzigem Beobachter beschränken muß, in der Erwartung, daß die genaue Angabe der allgemeinen Reiz-

bedingungen die Vergleichung mit andern ähnlich vollständigen Werten anderer in psychologischer Analyse hinreichend geübter Personen vollständig ermöglichen wird. Die gesuchten allgemeinen quantitativen Beziehungen für die verschiedenen Verteilungsformen mußten auch für eine Person unter relativ konstanten allgemeinen dispositionellen Verhältnissen, die hier tatsächlich in vollem Maße vorhanden waren, zur Genüge erkennbar werden. Doch hatte ich mich sogleich in der ersten Anordnung, bei jener oben genannten binokularen Beobachtung eines ebenen Feldes, welches auch dem Ungeübteren relativ einfachere Versuchsbedingungen darbot, mit Sicherheit davon überzeugt, daß, wenigstens der allgemeinen Dimension nach, selbst bei den extremsten Verteilungsformen, bei der Verteilung auf das ganze Feld und der Konzentration auf die einzelnen Punkte, kein wesentlich verschiedenes Verhältnis zwischen mehreren Personen bestand. Natürlich war ich ganz besonders auf die Zuverlässigkeit der Experimentatoren angewiesen und bin daher den oben genannten Herren sehr zu Danke verpflichtet, daß sie sich sämtlich so gut in die Handhabung der Methode eingearbeitet haben, was wiederum andererseits die Handlichkeit ihrer praktischen Anwendung in weiteren Kreisen verbürgen kann.

V. Die Veränderungsschwellen bei den verschiedenen Verteilungen der Aufmerksamkeit.

1. Die Normalschwellen bei Konzentration der Aufmerksamkeit auf die einzelnen Punkte. Der Einfluß der Verteilung unserer Aufmerksamkeit, der sich nach den in der Einleitung rekapitulierten Voraussetzungen durch eine Erhöhung der Schwellen gegenüber einem bei konzentrierter Beobachtung gewonnenen Normalwert herausheben soll, kommt bereits ohne besondere Vorübung in dieser Konzentration zur Geltung. In den früheren Anordnungen konnte sogar eine gewisse Konstanz des mittleren Verhältnisses überhaupt nachgewiesen werden, wenn man unter beliebigen Übungsbedingungen zunächst für eine beliebige Stelle den unwissentlichen Schwellenwert mit einer bestimmten Verteilungsform ableitet und dann sogleich, also unter möglichst ähnlichen physikalisch-optischen Bedingungen, die wissentliche Schwelle bei

Konzentration aufsucht. Bezeichnen t_u und t_w die Reizzeit der unwissentlich und wissentlich abgeleiteten Schwelle und die Faktoren h und H die zugesetzte und die konstante Helligkeit, so fallen diese letzteren offenbar aus dem Verhältnis der oben als relative Schwellenwerte bezeichneten Ausdrücke $\frac{t_u \cdot h}{H} : \frac{t_w \cdot h}{H}$ heraus, anscheinend aber eben auch noch ein relativ konstanter Faktor, welcher von der Übung abhängt und die Schwellen der verschiedenen Aufmerksamkeitseinstellungen in gleichem Sinne modifiziert. So ergab sich schon bei den ersten binokularen Versuchen für verschiedene Personen ein Wert von etwa 1,25 für das Verhältnis der nur als Reizzeiten abgeleiteten Schwellen bei der Verteilung auf die ganze Fläche und bei der Konzentration, und dieser Wert blieb für alle späteren Reihen gleicher Art bei dieser Einstellungsform auch unter völlig neuen Übungsbedingungen erhalten. Der hierbei eliminierte Übungsfaktor besitzt aber doch selbst eine großenteils apperzeptive Bedeutung, d. h. er betrifft die Klarheit, welche bei einer bestimmten Konzentrations- oder Verteilungsanstrengung unter den jeweils bestehenden Energieverhältnissen wirklich erreicht wird. Die Messung dieses Klarheitsgrades selbst an der Normalschwelle setzt also für die letztere auch maximale Übungsbedingungen voraus. Bei der in unserer vierten Anordnung gegebenen Möglichkeit, den jeweiligen absoluten Schwellenwerten nachzugehen, konnte also diese Variation innerhalb der Normalschwelle selbst bei größtmöglicher Konzentrationsanstrengung genauer verfolgt werden. Die erste Rubrik der Haupttabelle zeigt die maximalen Werte, welche meistens am Anfange dieses vierten Teiles der Arbeit gewonnen wurden, der von dem dritten doch wiederum durch etwa 1 Monat getrennt war. Manchmal traten jedoch die relativ ungünstigeren Verhältnisse für eine Schwelle erst bei einem späteren Versuch ein, jedoch stets im ersten Abschnitt der ganzen Arbeit. Sie sind also zwar nicht Repräsentanten der durchschnittlich aus dem alltäglichen Leben mitgebrachten Einübung, zeigen aber doch in ihrem Mittelwert von 1,53 gegenüber dem späteren mittleren Minimalwert der zweiten Rubrik von 1,19 noch eine Steigungsmöglichkeit der Apperzeption um das 1,29fache.

Diese äußersten Minimalwerte, bis zu denen in dieser Arbeit vorgedrungen wurde, entstammen dem ganzen weiteren Arbeitsverlauf

während $2 ^1/_2$ Monaten, meistens aber der späteren Zeit, während der sie fortwährend eingestreut wurden. Diese Kontrollen wurden allerdings etwas nach Maßgabe der Kontinuität der Minimalwerte zwischen den benachbarten Stellen geregelt, so daß ein auffälliges Zurückbleiben dem Experimentator zu gelegentlichen späteren Nachprüfungen immer erneuten Anlaß gab (ohne daß die auch nach wiederholten Versuchen deutlich heraustretenden Differenzen unterdrückt worden wären und ohne daß für einen Punkt im allgemeinen mehr als fünfmal die Normalschwelle bestimmt wurde). Es galt hier vor allem eine wahrscheinlichste allgemeinere Grundlage für die Verhältniswerte zu finden, wodurch jene Ausgleichungstendenz gerechtfertigt erscheint. Bei zwei besonders herausfallenden Minimalwerten, die vielleicht Lichtschwankungen zu verdanken sind, (bei P. 24 und 31) wurden Mittelwerte zwischen den beiden geringsten Werten in die Verhältnisse

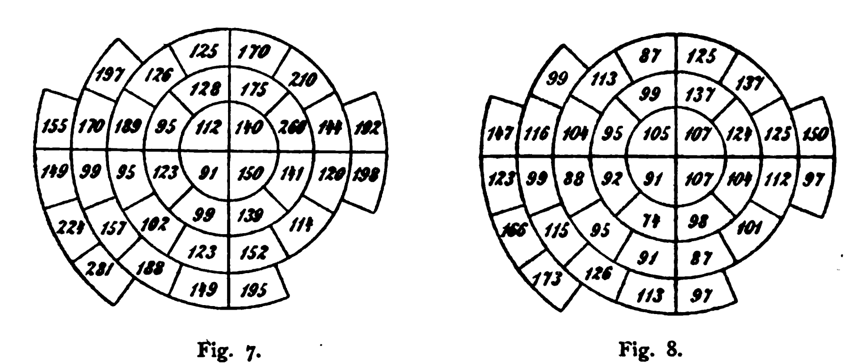


Fig. 7. Fig. 8.

eingeführt, ohne daß natürlich mit Sicherheit ein neuer Vorstoß zu einem höheren späteren Übungsstadium bei diesem Punkt geleugnet werden könnte. Die größten Differenzen zwischen Maximal- und Minimalwerten zeigen sich entschieden auf der rechten Seite des Sehfeldes, (besonders bei den peripheren Punkten, z. B. 23, 31, 32 usw.), wo dem mittleren Maximalwert 1,66 der mittlere Minimalwert 1,14 gegenübersteht, also ein Verhältnis 1,46, während auf der linken Seite 1,44 sich nur auf 1,22 erniedrigte, also nur um 1,18. Nahe beim Verhältnis 1 : 1 liegen z. B. die Punkte: 1, 2, 6, 8, 14, 16, 17, 27 und selbst ein so extremer Punkt wie 34. Dies erklärt sich unschwer aus der Einübung, die das linke Auge für die monokulare Beobachtung der rechten Region erst erwerben muß,

wie es auch aus den anfänglichen gelegentlich störend auftretenden Wettstreiterscheinungen ersichtlich war, während es dieselbe für die linke Region z. T. schon besitzt. Anderseits zeigt die Ähnlichkeit der späteren Minimalwerte beider Seiten (mit einem vielleicht nur zufälligen Vorsprung sogar der rechten Seite), wieviel die Übung gerade in dieser Beherrschung der sonst gemeinsam betrachteten Stellen, vor allem durch eine entsprechende Einstellung des Wettstreites, auch bei stets nur ganz kurzdauernder monokularer Betrachtung zu leisten vermag. Wenn auch unter den vorhandenen Ausdehnungsverhältnissen eine ganz genaue Vergleichbarkeit zwischen den peripheren Reizbedingungen der gereizten Stellen nicht vorhanden war, wobei besonders die centralen Punkte relativ am meisten zurückstanden (s. oben S. 45), so ist jedenfalls schließlich eine hinreichende Gleichmäßigkeit der Minimalwerte vorhanden[1]), um in der Schwelle für die Helligkeitsveränderung ein gutes Reagens für die Verschiebungen durch die Verteilung der Auffassungsfähigkeit erkennen zu lassen, soweit sie auf zentraleren Faktoren als der äußeren Akkommodation oder der Erregbarkeit einer Stelle für Helligkeit überhaupt beruhten.

2. Die Verteilung auf das ganze monokulare (linke) Sehfeld. Zugleich mit den ersten Normalschwellen war auch bei dieser Anordnung sogleich wiederum als erste Verteilungsform das Extrem der Verteilung auf das ganze Sehfeld behandelt worden, nur eben durchgängig mit der Ermöglichung absoluter Bestimmungen durch die Photometrie (Haupttabelle 3. Vertikalreihe). Das eigentliche psychologische Endresultat ist jedoch nach unseren Voraussetzungen der

[1]) Die höheren Werte der Peripherie zeigen zugleich, daß hier, bei diesem Grade der Helladaptation, vielleicht keine absolut größere Begünstigung vorliegt, zumal die Ausdehnungsverhältnisse bereits etwas zugunsten der Peripherie verschoben sind. Über die physiologischen Erregbarkeitsverhältnisse ist aus diesen Schwellenbeobachtungen jedoch nicht ohne weiteres etwas Bestimmtes zu entnehmen. Zu diesen wenigstens relativ dem Centrum nahe stehenden Werten können bereits Kompensationen der geringeren Zahl perzipierender Elemente und der dioptrischen Schwierigkeiten durch günstigere Erregbarkeits- und Ablaufsverhältnisse mitgeholfen haben. Übrigens läßt diese Anordnung des Projektionsperimeters sehr schnell den sicheren Nachweis der schon von Exner beobachteten späteren Verschmelzung intermittierender Eindrücke in der Peripherie simultan und bei wirklich gleicher subjektiver Helligkeit überblicken. Ein im Brennpunkt F_1 oder F langsam rotierender Episkotister läßt die peripheren Flächen oder einzelnen Punkte noch lange stark flimmern, während die Gebiete um die Fovea längst verschmolzen sind.

Einleitung nur in jenen Verhältniswerten zu sehen, die nun für die verschiedenen Verteilungsformen, gewissermaßen als ein Grundriß des Klarheitsreliefs, gemäß dem oben Fig. 6 erläuterten Schema, hier überall beigefügt sind, weil die hierbei entscheidenden Raumbeziehungen in dieser Darstellung allein vollständig und zugleich am einfachsten zu überblicken sind. Der Verhältniswert der Normalschwellen ist also hier überall = 1 angesetzt. Der Wert dieser Karten ist ganz unabhängig von unserer psychologischen Deutung, die z. B. auch im Sinne rein dispositioneller Verhältnisse erfolgen könnte.

Das mittlere Verhältnis zu den Minimalwerten ist nun hierbei für diese Totalverteilung sehr groß, nämlich 1,65. Dagegen weichen sie von den mittleren Maximalwerten, die wie gesagt, keineswegs alle dieser ersten Reihe entstammen, nur um 1,08 ab und erst von dem Mittelwerte zwischen beiden um die auch früher gewöhnlich ohne weiteres ungefähr gefundene Verhältniszahl von 1,22. Jedenfalls scheint aber soviel gewiß, daß diese Werte für die Totalverteilung bei späteren Wiederholungen, in unmittelbarer Ausnutzung der Gesamtübung, bedeutend gesunken wären. Leider konnte bei der Begrenztheit der Zeit diese Rekapitulation nicht vorgenommen werden, zumal die Atropinversuche eine längere Pause notwendig machten. Die übrigen Versuche mit ganz ähnlichen Verteilungsbereichen bei maximalem Übungsstande geben jedoch hierfür hinreichende Gewähr. Eine spätere Wiederaufnahme der nämlichen

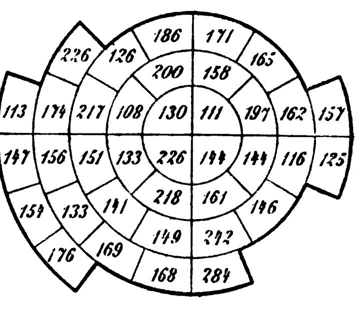


Fig. 9.

Versuche mit den schon öfter erwähnten größeren Ausdehnungen der Zusatzreize (nach den Reaktionsversuchen) ergab nach der Reihe mit den oben erwähnten Normalschwellen (im auf- und absteigenden Verfahren) mit einer ähnlichen räumlichen Streuung der Werte wiederum ein Verhältnis von 1,25 (vgl. S. 70). Interessant und aus dem subjektiven Verfahren bei dieser Verteilung der Aufmerksamkeit wohlverständlich ist die relativ geringe Benachteiligung der peripheren Region

(P. 32—37), welche sich nur um 1,45 verschlechtert, **während die Punkte der mittleren Breitenzone, also 5—31, die wesentlichste** Veränderung erleiden. Die Steigerung beträgt hier sogar 1,75. Das Zentrum des Sehfeldes muß eben schon wegen der Festhaltung der Fixation mit im Auge behalten werden, so daß P. 1—4 auch hier nur um 1,20 schlechter als bei voller Konzentration aufgefaßt werden. Anderseits klammert sich die Verteilungstendenz, zumal bei den ersten Versuchen, mit besonderer Energie an die Peripherie des Sehfeldes, während die mittlere Zone am meisten übergangen wird, wenn man das Bewußtsein einer wirklichen Verteilung auf das Ganze in seinen vollen Grenzen erlangen will. Einen Teil der geringeren Variabilität der Peripherie wird man freilich, wie später noch ausführlicher zur Sprache kommen soll, der zu geringen Klärungsfähigkeit überhaupt bei den seitlichen Konzentrationsversuchen zuzuschreiben haben, die eben eine relative Zunahme der Normalschwelle nach der Peripherie zu bewirkt, während die mittlere Zone in dieser Hinsicht noch günstiger gestellt ist. Die an und für sich geringere

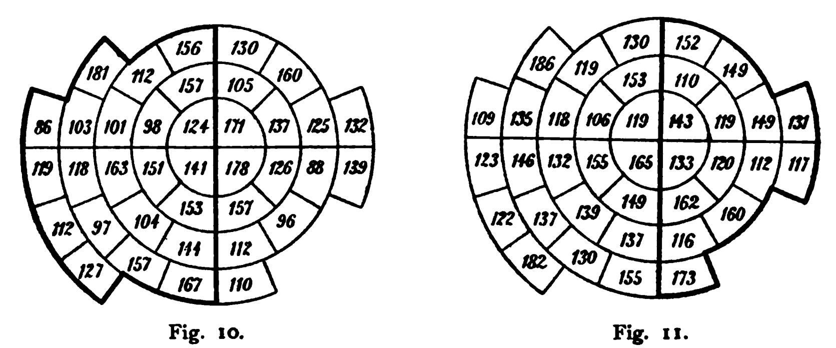


Fig. 10. Fig. 11.

Klarheit der Peripherie beim Konzentrationsversuch, der die ohne besondere Beachtung vorhandene Auffälligkeit von Veränderungen in dieser Region nicht wesentlich zu erhöhen vermag, wird also andererseits auch durch die geringere Beachtung der einzelnen Stelle durch die Verteilung nicht wesentlich vermindert.

3. **Die Verteilung auf eine Hälfte (zwei Quadranten) des Sehfeldes. — Versuch einer Messung der Klarheitsgrade in der unbeachteten Region.** Von besonderem Interesse ist natürlich die Frage der Abhängigkeit unseres Klarheitsmaßes von der Größe des Verteilungsbereiches. Zur genaueren Beantwortung dieser

Hauptfrage wären freilich völlig gleichartige Übungsbedingungen für sämtliche Verteilungsformen notwendig. Die Einschränkung auf die Hälfte des Sehfeldes, deren Prüfung an zweiter Stelle begonnen und durch die ganzen Versuche hindurch fortgesetzt wurde, zeigte in den am einheitlichsten durchgeführten Reihen der Verteilung auf die rechte, bzw. auf die linke Hälfte (Quadrant. III und IV, bzw. I und II) ein mittleres Verhältnis von 1,33 für die jeweils beachtete der Hälften. Dabei ist dieser Wert in der Tat den Minimalwerten für die Normalschwellen gut vergleichbar, da die Reihen für ihre Ableitung zu gleicher Zeit stattfanden. Daß dagegen der Wert zugleich eine ungefähre Mittelstellung zwischen dem Verhältniswerte für die Totalverteilung unserer letzten Versuche (1,65) und dem Konzentrationswerte 1 einnimmt, kann nach dem oben über die Totalverteilung Gesagten nicht als endgültiges Ergebnis unter vergleichbaren Übungsbedingungen betrachtet werden. Der vergleichbare Wert liegt für die Hälfte vielmehr demjenigen für die Totalverteilung viel näher. In der Tat wurde auch schon früher von Tridapalli mit der zweiten Anordnung festgestellt, daß die ungefähre Mitte zwischen dem Verhältnisse der Totalverteilung von etwa 1,25 (1,22 bis 1,27) und dem Konzentrationswert von dem Werte für die Quadranten-Verteilung eingenommen werde. Mit der Überschreitung des Gebietes für den einzelnen Punkt scheint man sich also schnell den oberen Werten für die größte Verteilung im Sehfeld überhaupt zu nähern. Die Gesamtleistung erscheint hierbei der subjektiven Leichtigkeit der Verteilungsaufgabe gut zu entsprechen. Die Anstrengung der Verteilung überhaupt wächst zwar zunächst mit der Größe des Bezirkes; indessen wohl keineswegs proportional. Denn die gleichmäßige Ausspannung der Beobachtung über das ganze Sehfeld hat in gewissem Sinne deshalb auch wieder leichteres Spiel, weil die stets behutsame Berücksichtigung einer bestimmten Abgrenzung der Verteilung in Wegfall kommt. Letztere ist ja von der Konzentration auf einen einzelnen Punkt (vgl. S. 82) verschieden, wo man sich einheitlich an eine Stelle hält, ohne weiter zu beachten, ob noch bestimmte Teile der Umgebung unwillkürlich etwas mitbeachtet werden. Wenn indessen der Bereich größer wird, so muß zunächst neben einer positiven Ausdehnungstendenz zugleich eine Einschränkung hinzutreten, wobei die Grenzen mit der Größe des Bereiches selbst immer schwieriger zu überschauen

sind, also selbst innere Konkurrenz oder gewissermaßen Reibung hinzubringen, welche der Beobachtungsleistung nicht zugute kommt. Auch bildet die unvermeidliche Beachtung der fovealen Region zur Aufrechterhaltung der Fixation eine Art von konstanten Summanden für alle Verteilungsformen, auch bei kleinster Ausdehnung. Dazu kommt nun bei der Hälfte, daß das Hindurchgehen der Grenzlinie der Region durch den Fixationspunkt selbst dem ganzen neuen Gleichgewichtszustand die systematische Erleichterung raubt, welche bei der Totalverteilung durch die zentrale Lage des Fixationspunktes, sozusagen im Schwerpunkt des Ganzen, gegeben ist.

Der Schwierigkeit der Verteilung der Aufmerksamkeit auf das Innere des zu beachtenden Bereiches selbst entspricht hier aber nun auch eine gleichgroße Erschwerung der Lösung einer neuen Frage, über die wir hier zum ersten Male berichten können, nämlich der Analyse des gesamten Sehfeldes bei bestimmter Einschränkung der Beachtung in engere Grenzen. Bei der Verteilung der Aufmerksamkeit auf das Ganze fehlt natürlich die Möglichkeit hierzu, weil hier eine nicht zu beachtende Region eben durch die Voraussetzung ausgeschlossen sein sollte. Bei der Hälftenverteilung kommt aber nun ein annähernd ebenso großes nicht zu beachtendes Feld vor. Für die Frage der Konkurrenz der einzelnen Klarheitsgrade unter sich besitzt natürlich diese Frage ein besonderes Interesse, weil sie über diejenige Region des Gesamtbestandes Aufschluß geben soll, der nach jenem Bilde der Konkurrenz gewissermaßen die Kräfte zur Leistung der Veränderungsauffassung, welche sonst der Beachtung zugute kommen, am meisten entzogen werden müßten. Die schon von andrer Seite experimentell in Angriff genommene Frage [1]) wurde meist sehr skeptisch behandelt, da man aus dem Bewußtsein des Beobachters, daß auch in dem nicht zu beachtenden Gebiet überhaupt etwas vor sich gehen solle, die Unmöglichkeit ableitete, jene volle unbefangene Konzentration auf das der Verabredung nach zu beachtende Gebiet aufrecht zu erhalten. In der Tat gründete sich ja auch unsere Methode zunächst vor allem darauf, daß wir von der vollen Unwissentlichkeit über den speziell zu verändernden Punkt bei Kenntnis des Gesamtbereiches aller Reiz-

[1]) Vgl. Wundt, Phil. Stud. XX, S. 625 mit Anm. 1.

möglichkeiten einen unwillkürlichen Antrieb der Beachtungstendenz zur Sicherung der Verteilung gerade nur auf dieses Gebiet erwarteten. Dennoch überzeugte ich mich durch die Ausführung dieser Versuche, daß eine hinreichende Aufrechterhaltung der Verabredung möglich sei, wenn man nur das positive Interesse bei sich wach erhält, dem Minimalwerte, der zunächst bei konzentrierter Aufmerksamkeit (oder bei merklich innerlich ungestörter Erwartung von Reizen ausschließlich in dem zu beachtenden Gebiete) erlangt worden war, wieder möglichst nahe zu kommen.

Diese Hilfsvorstellung muß aber nun weiterhin durch fortwährende Darbietung von etwas über- und untermerklichen Reizen in der zu beachtenden Region seitens des Experimentators unterstützt werden, worin außerdem zugleich eine objektive Kontrolle für die wirkliche Einhaltung der Hauptforderung zur Beachtung des verabredeten Gebietes enthalten ist. Der objektive Hinweis auf dieses Nachlassen der Leistung, der mit dem subjektiven Nachlaß der geforderten Tätigkeitsrichtung durchweg übereinzustimmen pflegte, also gewissermaßen wie ein rechtzeitiger Mahnruf stets auf die richtige Einstellung zurückleitete und dadurch einen Maßstab für die Selbstkontrolle an die Hand gab, schuf in der Tat eine große Annäherung an den Zustand, in welchen man sich um das nicht zu beachtende Gebiet überhaupt nicht kümmert und nur innerhalb des verabredeten das Beste zu leisten sucht. Auch hier ist natürlich das andere Extrem ferne zu halten, daß man durch ängstliche Scheu vor einer Ablenkung dem »verbotenen« Bereiche nur eine um so größere Aufmerksamkeit zukommen läßt. Anderseits kann man doch auch das Gelingen dieser Einhaltung nicht etwa durch den Begriff der »Autosuggestion« auf das Gebiet des Abnormen hinüberschieben wollen. Wenn auch diese Versuche auf die extremen Fälle wirklich abnormer Aufmerksamkeitseinschränkungen tatsächlich manches Licht werfen können, so geschieht es doch immer von normalen Bedingungen aus, welche mit einer selbständigen, freien, in dem Interesse für die Versuche im ganzen eingeschlossenen natürlichen Triebfeder der willkürlichen Aufmerksamkeit arbeiten und daher auch nur eine ganz bestimmte, sogar relativ geringe Einschränkung der Wahrnehmungsleistung in dem nicht zu beachtenden Gebiete hervorbringen. Gerade dies sind aber auch die Verhältnisse des normalen alltäglichen Lebens, während

eine abnorme Versenkung in engere Bereiche durch eine abnorme relativ viel geringere »Ablenkungsfähigkeit« ausgezeichnet sein müßte.

Der Verlauf der Reihen, die zur Auswertung der unbeachteten Region dienten, war ein ganz analoger, wie für das unwissentliche Verfahren überhaupt. Auch wurde hier von der Möglichkeit zur schnellen Auswechselung eines Punktes für die beachtete und die unbeachtete Region nach dem soeben Gesagten fortwährend Gebrauch gemacht. Auch hier blieb übrigens die oben S. 65 genannte Regel bestehen, daß Unsicherheitsurteile schon in dem ganzen Bereiche zwischen der sicheren Schwelle bei Ablenkung und dem wissentlichen Konzentrationswerte vorkamen. Doch kamen auch relativ viel mehr völlig falsche Lokalisationen im Unsicherheitsbereiche vor, ein Umstand, dessen Erfahrung seitens des Beobachters andererseits auch wiederum die spätere Wiederherstellung des unbefangenen Stadiums proportional erleichterte.

Glücklicherweise waren aber die Versuche bei der Hälftenverteilung weder überhaupt die einzigen noch zeitlich die ersten dieser Art. Denn ihr Ergebnis könnte zunächst wenigstens scheinbar eher einer Leugnung der exakten Durchführbarkeit solcher Versuche das Wort reden. Bei ausdrücklicher Beachtung nur der rechten Hälfte zeigte sich hier (Qu. III und IV) der Mittelwert 1,35. Für die Punkte der unbeachteten linken Hälfte aber ergab sich nun fast ganz genau der nämliche Wert : 1,36. Und ganz analog war bei Beachtung der linken Hälfte der Wert für die linke Seite 1,305, und bis auf die dritte Dezimale stimmt hiermit der Mittelwert für die hier unbeachtete rechte Hälfte überein. Leider waren für die vorher vorgenommenen Beobachtungen der oberen bzw. der unteren Hälfte nicht alle Punkte der zu beachtenden Region auch exakt photometriert worden. Ein mittlerer Vergleichswert dieser Punkte ist für die Beachtung der oberen Hälfte 1,33, für die der unteren Hälfte 1,38. Dem stehen aber in der unbeachteten Region nur die Werte 1,34 für die unteren Punkte (Qu. II u. III) und 1,32 für die oberen (I u. IV) gegenüber, also ebenfalls Werte, die im Mittel nur ganz wenig von dem Mittelwert für die Hälftenbeachtung unter ganz ähnlichen Übungsbedingungen abweichen. Auch durch eine Zerlegung in peripherere und zentralere Regionen ist hier höchstens bei einzelnen, z. B. ganz extremen Punkten der Einfluß der Beachtung

und der Nichtbeachtung der Region zu verdeutlichen, z. B. bei Fig. 11 der unbeachtete P. 37 mit dem Verh. zur Normalschwelle 1,82, während dagegen die beachteten P. 3 mit 1,33, P. 32 mit 1,17 die niedrigsten Werte aufzeigen. Bei der umgekehrten Verteilung (Fig. 10) besitzt dagegen P. 37 mit 1,27 seinen niedrigsten Wert, dagegen zeigen die hier unbeachteten P. 3 1,78 und P. 32 wenigstens 1,39. Der Haupteindruck, der in diesen durchschnittlich gleich niedrigen Schwellen des gesamten Sehfeldes zur Geltung kommt, ist eben der, daß die Klarheit im Sinne der tatsächlichen apperzeptiven Abhebung der Veränderungsinhalte aus der Wahrnehmung ihres Hintergrundes auch in der nichtbeachteten, aber doch wenigstens noch überhaupt bewußten Region trotz korrekter Einhaltung der Verabredung, also auch ohne triebartige Ablenkung der Aufmerksamkeit, relativ sehr groß wird[1]), wenn einmal eine durch die ganze Breite des Sehfeldes sich hinziehende Aufklärung in einem größeren Bereiche willkürlich erreicht worden ist. Gerade die völlige Übereinstimmung der Mittelwerte nötigt zu dieser Annahme, daß dem größeren Verteilungsbereiche der beachteten Region nicht etwa nur eine größere Störung der übrigen Auffassungsmöglichkeit entspricht, als ob in der unbeachteten Region nur gesteigerte Konkurrenz bestehe. Denn eine so vollständige Gleichstellung der Mittelwerte könnte doch nicht etwa nur durch eine bloße Ablenkung erreicht werden, wenn wirklich die tatsächliche Klarheit, also das apperzeptive Heraustreten selbst, mit der Richtung unseres Interesses, unserer Willensanspannung oder unseres Impulses zur Erreichung bestimmter Klarheitsgrade im engeren Sinne identisch wäre, die sich natürlich nur auf die beachtete Region bezieht. Die in größerer Breite tatsächlich erreichte Klarheit kommt eben auch

---

[1]) Die theoretischen Ausführungen, die erst nach Abschluß der Darstellung meiner analogen Versuche auf anderen Sinnesgebieten beigefügt werden, haben auch die Frage zu diskutieren, ob und inwieweit gerade in der nicht beachteten Region die Möglichkeit positiver Faktoren für eine bessere tatsächliche Erkennung von Veränderungen vorhanden ist. Mit der apperzeptiven Ruhe einer Region könnte neben der mangelnden Übung und der Begünstigung von Assimilationen und Verschmelzungen, welche die Auffassung neuer objektiver Momente überdecken, eine Art apperzeptiver Erholung zusammen bestehen, während in dem beachteten Gebiete eine Art Abnutzung entsteht. Hierher gehört ferner auch der wichtige Begriff der »Abflußtendenz« von Th. Lipps (Grundtatsachen des Seelenlebens, 1883, S. 330ff., Leitfaden der Psychologie, S. 77 und 104ff. u. a.).

dem gesamten Sehfelde in seinen übrigen unbeachteten Teilen zugute, die ja bei so großer Ausdehnung des beachteten Gebietes nur noch um so kleiner sein können und räumlich fast überall bis auf die Extreme zu jenen beachteten Teilen in innigster Beziehung der Nachbarschaft stehen. Allerdings geht damit Hand in Hand, daß auch die wirklichen Ablenkungen, wie sie ohne Kenntnis gelegentlicher Veränderungen im nicht zu beachtenden Gebiet nicht vorkämen, zahlreichere und tiefgehendere sind. Von den wirklichen Fehlern dieser Methode, die ohne weiteres zugestanden werden müssen, wird also jedenfalls hier bei der Hälftenverteilung relativ eine größere Aufbesserung der nicht zu beachtenden Region erfolgt sein, als bei den später zu berichtenden Versuchen. Leider stand uns keine Zeit zu neuen Versuchen mehr zu Gebote, durch welche die Hälftenverteilung usw. ohne diese gleichzeitige Messung des gesamten Feldes gemessen wurde. Die vorher vorgenommenen hier nicht mit angeführten Vorversuche zeigen sogar etwas höhere Schwellen, was der geringeren Übung entsprach.

3. Die Verteilung auf einen (den ersten) Quadranten. Bei dieser Enge des Verteilungsbereiches war bereits eine deutliche Abhebung des beachteten von dem nicht beachteten Gebiete zu erkennen, welch letzteres von jetzt ab überall in die Analyse mit einbezogen wurde. Der erste allein beachtete Quadrant zeigt als Verhältnis zum Konzentrationswert das Mittel 1,24, wobei die leichte Verbindung mit der Fixationstendenz vor allem im inneren Bereich bei P. 1, 5 und 6 mit dem Mittel von nur 1,16 zur Geltung kommt, während außen 1,32 bleibt. Für die nicht beachteten drei anderen Quadranten ergibt sich hingegen 1,43, wobei nur wiederum die centrale Region relativ besser gestellt ist.

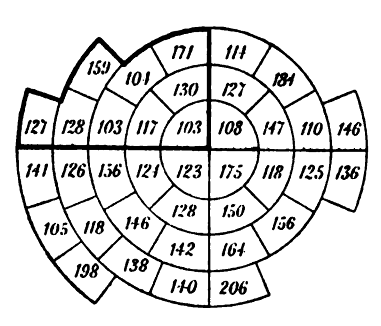


Fig. 12.

Leider entstammen die Mittelwerte für die Untersuchung mit Beachtung der übrigen Quadranten aus den ersten noch nicht voll eingeübten und nicht stets photometrisch kontrollierten Beobachtungen. Ihr annähernder Mittelwert von 1,34 zeigt indessen zur Genüge, daß die Einführung der Analyse der unbeachteten Region für die Wieder-

holung beim 1. Quadranten die Differenzierung der Apperzeption nicht aufgehoben hat. Am besten tritt dies nun aber zutage, wenn wir hier innerhalb der unbeachteten Region Zonen von verschiedener Entfernung vom beachteten Gebiet zusammenfassen und die allmähliche Steigerung der relativen Schwellenwerte verfolgen. Hier ist der unbeachtete Teil des Sehfeldes wirklich groß genug und nicht wie bei der Hälftenregion in der ganzen Breite der beachteten Region entlang ausgespannt, sondern es bleibt deutlich erkennbar in dem entgegengesetzten Winkel eine Region von der willkürlichen Beachtung tatsächlich besonders unberührt. Die Gruppierung wurde ohne jegliche Kenntnis des Resultates nach einem einfachen Prinzip, natürlich nicht völlig frei von Zufälligkeiten so ausgewählt, daß man den inneren Grenzen des I. Quadranten entlang die gleich entfernten Punkte zusammensucht:

I. Quadrant (9 Punkte, s. Haupttabelle)	Entfernung I Punkt	Entfernung II Punkt	Entfernung III Punkt	Entfernung IV Punkt
	35, 27, 16, 7, 2, 3, 4, 12 u. 24	36, 28, 17, 8, 9, 10, 11, 23	37, 29, 18, 19, 20, 21, 22.	30, 31, 32, 33
	Mittelwert des Verhältnisses zum K.-W. 1.			
1,24	1,326	1,37	1,475	1,57
Differenz	0,08	0,044	0,105	0,0095
Verhältnis	1,06	1,04	1,07	1,065

Entfernt man sich also von der Horizontal-Vertikalgrenze immer weiter nach der unbeachteten Region zu, so steigen die als Klarheitsmaße benutzten Verhältniswerte zuerst etwas langsamer, dann etwas schneller, aber stetig an, und das mittlere Verhältnis des Größenfortschrittes beträgt von Region zu Region in der hier gewählten Breite mit sehr geringer mittlerer Variation ca. 1,06. Auch hier ist neben dieser Abnahme die tatsächlich noch übrig bleibende Klarheit der Helligkeitsauffassung in den übrigen Quadranten bemerkenswert. Vergleicht man endlich den Mittelwert des gesamten Sehfeldes 1,38 dieser Verteilung mit der Hälftenbeachtung, so hat man hierin bei gut vergleichbaren Übungsbedingungen, ein gewisses Abbild der etwas ungünstigeren Situation für das gesamte Feld, welche mit der Erhöhung der Klarheit in dem einen Quadranten verbunden ist. Diese Erhöhung kommt eben hier, ganz anders wie bei der Hälften-

verteilung, für den beachteten Quadranten im Verhältnis zum übrigen Sehfeld wirklich zustande und setzt den Schwellenwert etwa in das obere Drittel zwischen dem Hälftenwerte 1,33 und 1 herab.

4. Die Konzentration auf einen einzelnen Punkt von beliebiger Lage im Sehfelde. Von dieser Seite kehren wir also nun unter einem allgemeineren und erweiterten Gesichtspunkte zu dem Experimente zurück, von dem wir bei der Ableitung unserer sog. Normalschwellen ausgingen, nämlich zu der Beachtung eines einzelnen Punktes, und zwar zunächst von beliebiger Lage, um auch hier den uns bereits bekannten Effekt dieser Einstellung für den einzelnen Punkt selbst hinsichtlich der noch verbleibenden Klarheitsverteilung im gesamten übrigen Sehfelde zu ergänzen. Die Schwierigkeiten einer Einhaltung der Konzentration überhaupt trotz der Kenntnis beliebiger Reizmöglichkeiten, welche bei der Hälftenverteilung so große waren, bei der Quadrantenverteilung aber, von der nächsten Grenze vielleicht abgesehen, bereits leichter überwunden werden konnten, erschienen hier abermals etwas verringert, insofern das Erlebnis der Konzentration auf einen einzelnen Punkt der gewöhnlichen natürlichen Einstellung an und für sich näher liegt, da ja der einzelne Punkt ihr gewißermaßen einen besonderen Halt verleiht, ein Bild, das überhaupt die verschiedene Bezeichnung der Einstellung als »Verteilung« vorhin und als »Konzentration« hier zu rechtfertigen vermag, während doch das Endziel, die Klarheitssteigerung an bestimmten Stellen überhaupt, ein gemeinsames ist. Das Bewußtsein einer äußeren Grenze, bis zu welcher allein man noch achtgeben soll oder will, fällt hier vollkommen weg; es ist allein noch die innere Bestimmung der Lage selbst, von welcher man nur wie von einem Punkte aus eine Abschweifung nach außen überhaupt möglichst hintanzuhalten sucht. Die dankbarste Aufgabe erschien zunächst ein peripherer gelegener Punkt, wenn auch nicht zu peripher, um den Ablenkungstendenzen nicht durch eine allzu unnatürliche Exzentrizität zuviel Unterstützung zukommen zu lassen. Denn auch in dieser Einstellung muß ja nun einmal der Fixationspunkt notwendig im Auge behalten werden. Es war der Punkt 25 mit 7,8° Breite und im Meridian 32° über der Horizontalen links von der Mittellinie.

Ein Blick auf das (stark umgrenzte) Feld der verabredeten Tendenz zeigt aber hier keineswegs den Wert 1, sondern sogar 1,35,

also einen der mittleren Hälftenverteilung entsprechenden Wert, und selbst wenn man den hier in der Tat aus der Umgebung des P. 26 und 14 etwas herausspringenden Normalwert des P. 25 0,99 auf etwa 1,12 erhöhen wollte[1]), so bliebe immer noch ein bedeutend höherer Wert 1,12 als die unterste Grenze für seine Erkennung bei solchen Nebenbedingungen übrig. Dagegen stimmt P. 14 völlig mit seinem Minimalwert überein. Der ähnlich peripher gelegene Punkt 26 aber wird sogar zufällig noch etwas feiner aufgefaßt als bei dem oben genannten Minimalwert. Man gewinnt also durchaus den Eindruck, daß die Absicht, Punkt 25 zu beachten, gegenüber der Kenntnis jener fortwährend eingestreuten Nebenversuche nicht vollständig stand zu halten vermag. Die Richtung nach dem Fixationspunkte zu (zugleich also nach dem übrigen, nicht beachteten Sehfelde) und außerdem die spezielle Gegentendenz gegen die schwierige »Erhöhung« der Aufmerksamkeitsrichtung über die Horizontale, welche mit den Fixationstendenzen auch psychologisch aufs engste verknüpft ist, läßt schließlich eine Art Kräfteparallelogramm zustande kommen, woraus sich eine Verschiebung des Feldes größter Klarheit nach innen, unten und in die Breite ergibt.

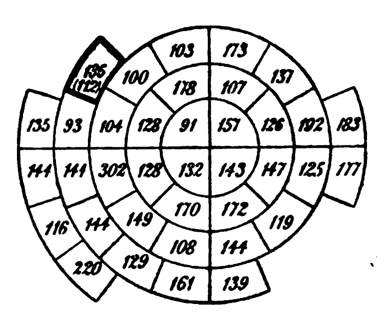


Fig. 13.

Der Fehler, der in dieser gleichzeitig dem Beobachter bekannten Messung des nicht beachteten Sehfeldes als vorhanden jedenfalls zugestanden werden muß, der uns aber nicht zur Aufgabe des ganzen Unternehmens verleiten darf, läßt sich also hier wie auch bei andern Problemen durch einen Überblick über die Funktion selbst bis zu einem gewissen Grade eliminieren, sodaß trotzdem ein Einblick in einige Verhältnisse der unbeachteten Region, insbesondere über das ungefähre Verhältnis des Fortschrittes der Klarheitsabnahme übrig bleibt.

---

[1]) Es ist nicht ausgeschlossen, daß der reine Minimalwert für P. 25 auf Grund dieser Einübung, ihn trotz der Ablenkungstendenzen bei seinem Vorkommen konzentriert zu beachten, bei ausschließlicher Prüfung relativ noch niedriger wurde.

Wir setzen demnach die Gruppen zur Übersicht über den Fortschritt der Schwellensteigerung wiederum wie folgt zusammen:

P. 25, 14, 26	34, 15, 6, 5, 13	35, 27, 16, 7, 1, 12, 24	36, 28, 17, 8, 2, 4, 11, 23	37, 29, 18, 3, 9, 10, 22	30, 31, 19, 20, 21, 32, 33
1,01	1,29	(1,55) 1,31	1,41	1,587	1,43
	+ 0,28	+ 0,02	+ 0,10	+ 0,10	
	1,28	1,015	1,08	1,07	1,51

Eine auffällige Diskontinuität bei P. 16, Gruppe III wurde hier im nicht eingeklammerten Mittel weggelassen, obgleich nun der Wert vielleicht etwas zu klein ist. Außerdem ließ sich Gruppe V und VI leicht in eine zusammenziehen. Indessen ist nicht ausgeschlossen, daß hier eigenartige Differenzierungen hervortreten, die aus dem unmittelbarem Erleben der Konzentration nicht unerklärbar wären. Denn auch hier gilt bis zu einem gewissen Grade der Satz, daß sich die Extreme berühren, und dadurch Gruppe VI wiederum vor V wegen der symmetrischeren Lage zum P. 25 einen gewissen Vorzug hat. Andererseits kann unser korrigiertes Mittel von III deshalb richtiger sein, weil die foveale Region durch die Festhaltung der Fixationstendenz sogar wiederum eine Erhöhung der Klarheitsgrade gegenüber der durch die Konzentration auf 25 bedingten Konkurrenz zeitigen müßte. Tatsächlich stimmt das ganze Mittel III auch mit dem von 1, 2, 3 und 4 (1,30) sehr gut zusammen. Die sonstigen z. T. wohl zufälligen Differenzierungen innerhalb der Querrichtung der Zusammenfassung selbst, also senkrecht zur Fortschrittsrichtung lassen sich am besten auf dem Plane überblicken. Betrachtet man auch hier wieder vor allem das Mittel der Faktoren für die Zunahme von einer (reduzierten) Gruppe zur anderen 1,11, so zeigt dies eine ziemliche Steigerung gegenüber der Verteilung auf einen Quadranten. Indessen führt dieser mittlere Fortschritt in vier Abschnitten auch viel weiter von der beachteten Region hinweg, da ja hier schließlich fast das gesamte Sehfeld dazwischen liegen kann. Der höchste Gruppenwert 1,58 ist auch dabei nicht höher wie bei der Quadrantenverteilung, und beginnt nur eben die Erhöhung in den an 25 angrenzenden Regionen wirklich auf einem Niveau nahe bei 1, was beim Quadranten nicht der Fall sein konnte. Der Mittelwert des gesamten unbeachteten Sehfeldes (also mit Ausschluß der willkürlich maximal beachteten Region) ist 1,41 (hierbei ist der jedenfalls zu große Wert von 16 mitgerechnet,

sonst 1,39), also ganz ähnlich wie bei der Quadrantenbeachtung. Auch nach dieser Seite scheinen also die Verhältnisse der inneren, von einem niedrigeren Niveau bei 25 ausstrahlenden Werterhöhungen ganz analoge zu sein. Einer weiteren Ausbeutung der Ergebnisse zu Detailberechnungen stehen auch hier vorläufig die schwer genau kontrollierbaren Fehler der unwillkürlichen Ablenkung im Wege.

5. Konzentration auf die Mitte des Sehfeldes. In allen bisherigen Verteilungsaufgaben und in der Ableitung der Normalschwellen war neben der eigentlich allein zum Experiment erforderlichen Konzentrationsabsicht die Beachtung der fovealen Region zur Aufrechterhaltung der Fixation erforderlich. Zur größeren Einheitlichkeit waren daher auch sämtliche 37 Punkte extra-foveal gewählt worden. Auch ließ das Trichterperimeter ja in der Tat in der hier verwandten zugespitzten Form, die sich natürlich auch leicht abändern ließe, eine gleichartige Prüfung der fovea nicht zu. Dennoch erschien es von besonderem Interesse, den Fixationspunkt selbst in einer besonderen Reihe als einzigen Apperzeptionspunkt festzuhalten, aber zugleich sämtliche andere Punkte mit zu untersuchen, und als Kontrollreiz für das Fehlen von Ablenkungen die Helligkeit so zu wählen, wie sie sich bei Öffnung einer mittleren Durchbohrung der Blechtrichterspitze ergab. Die Veränderungsschwelle dieses zentralen Punktes lag in der Nähe der übrigen und ergab wiederum in der Tat die präzise Möglichkeit der Aufrechterhaltung dieser Schwelle trotz jener Nebenumstände. Das interessante Ergebnis, das auf einem Übungsstadium ähnlich demjenigen der Minimalwerte und der Beachtung der rechten und linken Hälften gewonnen wurde, entsprach durchaus der Tatsache, daß wir hier die natürlichste Einstellung der Aufmerksamkeit vor uns hatten; denn sowohl die mittlere Leistung als auch die Abstufung der Klarheitsgrade im gesamten Sehfeld zeigt hier die günstigsten Verhältnisse. Das Mittel aus sämtlichen Verhältnissen zu den Minimalwerten ist nur 1,20. Der Anstieg nach

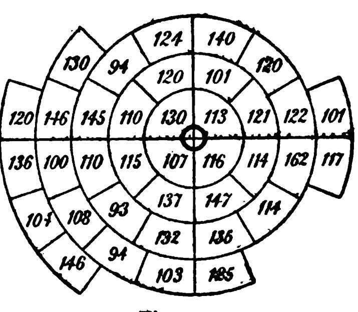


Fig. 14.

außen aber zeigt hier überhaupt nur sehr wenig Differenzierung. Die fünf Gruppen entsprechen einfach den Punkten der verschiedenen konzentrischen Kreisringe, wie sie aus Fig. 6 zu ersehen sind.

I	II	III	IV	V
1,16	1,23	1,23	1,14	1,26
+ 0,16	+ 0,07	0	— 9	+ 0,12

Von einem stetigen Anstieg nach außen kann hier kaum die Rede sein. Schon bei dem 1. Punkt ist beinahe der Mittelwert des Ganzen erreicht, der in der mittleren und äußersten Entfernung nur wenig überschritten wird, während dazwischen sogar wieder ein geringerer Wert als in I vorkommt. Selbst wenn dies mehr zufällig wäre, gewinnt man das Bild einer nur sehr mäßigen Abnahme der Helligkeitsklarheit, also eine ziemliche Gleichheit der Auffassungsbedingungen für die gesamte extra-foveale Region. Höchstens die innerste Gruppe ist also relativ schlechter gestellt, was zugleich auf eine gute Heraushebung der Konzentration auf die Spitze selbst gegenüber der nächsten Umgebung hinweist.

Nun ist ja allerdings bei der mittleren Lage des maximal beachteten Punktes auch die Entfernung nach allen Seiten eine geringere als für die Punkte mit den hohen Werten, die bei der Konzentration auf den Punkt 25 gefunden wurden, oder selbst auf den I. Quadranten, bei dem der Hauptnachdruck, der die Form der Abstufung stärker beeinflußte, doch auch auf einem seitlichen Schwerpunkt ruhte oder ihn umspielte. Dennoch ist auch bei ausschließlicher Berücksichtigung ähnlicher Entfernungen ein Vorteil der Konzentration auf die Mitte unverkennbar. Er erklärt sich leicht aus dem Wegfall der inneren Zwiespältigkeit, welche für alle seitlichen Konzentrationen bei Festhaltung der Fixation vorhanden ist. Die letzte Gruppe dürfte daher noch der reinste Ausdruck des mittleren Klarheitsgrades der einzelnen Stellen sein, der ausschließlich durch die Konkurrenz mit anders lokalisierten höheren Klarheitsgraden innerhalb des Sehfeldes eingeschränkt ist, ohne daß zugleich die allgemeine Anstrengung zur Herbeiführung und Aufrechterhaltung der gewollten Verteilung störend eingriffe. Bei allen einseitigen Konzentrationen sowohl auf einzelne Punkte als auch auf größere Gebiete, wie den Quadranten, die Hälfte usw. findet dagegen außer der Herabsetzung des Grades auf ein mittleres Niveau, so lange der Punkt

nicht besonders beachtet wird, und außer der positiven Klarheitsverminderung durch die Konkurrenz anderer mehr beachteter Inhalte, wie sie auch bei der Beachtung der Mitte zu beobachten ist, eine direkte Schädigung der Gesamtleistung durch schwierige Einstellungsanstrengungen statt, deren Anteil an der ganzen Erhöhung natürlich nicht leicht abgeschätzt werden kann.

Zusammenfassung. Betrachtet man für die einzelnen Punkte des Sehfeldes das Verhältnis der bei beliebig eingestellter Aufmerksamkeit vorhandenen Schwelle für momentane Aufhellungen zu der Schwelle bei Konzentration auf einen Punkt als jeweiliges von der peripheren Akkommodation unabhängiges Klarheitsmaß der Helligkeitsauffassung, so zeigt unter unseren Beobachtungsbedingungen die Klarheitserhöhuug bei wissentlicher Konzentration nur eine relativ geringe Steigerung des mittleren Bewußtseinsgrades (im Verhältnis von etwa 1,2), gegenüber der ohne jede besondere Zuwendung der Aufmerksamkeit zu dem gleichen Punkte und bei der natürlichen Konzentration auf den Fixationspunkt der Fovea vorhandenen Klarheit. Mit dem Quadranten ist ungefähr bereits die Hälfte der Herabsetzung des Klarheitsgrades erreicht, die durch Verteilung überhaupt zustande kommen kann. Indessen beginnt bereits die Anstrengung der besonderen Tätigkeit zur eigentlichen Verteilung der Aufmerksamkeit sich konkurrierend geltend zu machen. Bei der Verteilung auf das ganze Sehfeld fällt wahrscheinlich der Hauptanteil der Erniedrigung des Klarheitswertes dieser Störung zu. Doch trägt die Verteilung der Aufmerksamkeit auf ein Gebiet jederzeit die Möglichkeit in sich, einem beliebigen bei der Verteilung gerade maximal beachteten Punkt einen höheren Klarheitsgrad zukommen zu lassen, als ohne diese Verteilung. Die Art der Anordnung der Werte innerhalb des beachteten Gebietes läßt keine Konstanz eines bestimmten Klarheitsreliefs im Sehfeld bei festgehaltener Fixation auffinden. Es sind höchstens allgemeinere Gruppen in ihren Mittelwerten relativ konstant, z. B. die Peripherie im ganzen usw. Vielmehr scheint eine fortwährende Bewegung der relativen Maxima innerhalb solcher Regionen, aber auch über sie hinaus für die Verteilung selbst charakteristisch zu sein. Hierin ist eben zugleich der oben genannte Vorteil für

einzelne Punkte begründet, der dagegen in den Mittelwerten allein nicht zum Ausdruck kommen kann. Die ungünstigste Stellung bringt hierbei in seltenen Fällen höchstens eine Steigerung der Schwelle auf das Doppelte mit sich, meistens aber um sehr viel weniger. Das ungünstigste Gesamtmittel des Verhältnisses bei Verteilung ohne wesentliche Einübung ist etwa 1,60.

Die nicht zu beachtende Region wird bei der Kenntnis ihrer experimentellen Analyse etwas aus ihrer völlig unbeachteten Stellung herausgehoben, ohne daß die charakteristische Stellung im ganzen dadurch unerkennbar würde. Je größer bereits die beachtete Region ist und je mehr räumliche Beziehung sie zur unbeachteten besitzt, um so unmöglicher ist eine deutliche Unterscheidung innerer Abstufungen abgesehen von den Extremen. Die Auffassung innerhalb derselben wird aber hier ebenfalls durch die Verteilungsanstrengung als solche noch besonders gestört, weshalb bei der Beachtung der Mitte der Klarheitsgrad des übrigen Sehfeldes ohne Beachtung relativ noch am besten zum Ausdruck kommt. Die Herabsetzung der Klarheit beträgt hier etwa 1,20. Bei Konzentrationen auf seitlicher gelegene Stellen läßt sich innerhalb der unbeachteten Region eine mit der Entfernung vom beachteten Raum im Mittel stetig wachsende, jedoch von großen Diskontinuitäten einzelner Punkte nicht freie Erniedrigung des Klarheitsgrades erkennen. Die extremen Werte entsprechen hierbei völlig denen innerhalb eines Verteilungsbereiches von ähnlicher Größe wie die unbeachtete Region. Auch hier ist selbst bei konstant verabredeter Konzentrationsrichtung kein ruhendes Relief vorhanden. Die gleichzeitige Klarheit des gesamten Sehfeldes für die Helligkeitsauffassung ist also als eine überaus große zu bezeichnen und bildet einen großen Teil des jeweiligen Umfanges unseres gesamten Wahrnehmungsbewußtseins. Die subjektiven Bedingungen für die Verschiebung der Klarheitsverhältnisse, die in unserem Wollen und Tun liegen und als apperzeptive Impulse unmittelbar erlebt werden, sowie das wahrscheinliche Wesen des Effektes dieser Tätigkeit in der Klarheit selbst soll erst im Anschluß an unsere Beobachtungen auf anderen Sinnesgebieten noch einmal genauer ins Auge gefaßt werden.



Einige Bemerkungen über die Methoden und über gewisse Sätze der Gedächtnisforschung

von

Fritz Reuther.

Mit einer Figur im Text.

Wenn ich es im Folgenden unternehme, den in der »Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane« Bd. 39, S. 462 ff. von G. E. Müller über meine Abhandlung »Beiträge zur Gedächtnisforschung« (Psycholog. Stud. I, S. 4 ff.) gegebenen Ausführungen, soweit sie sachlicher Natur sind, einiges hinzuzufügen, so geschieht dies vor allem deshalb, weil die Einwände des Herrn Referenten, die sich ja nur gegen die von mir entwickelte spezielle Form der Wiedererkennungsmethoden, gegen die Methode der identischen Reihen richten, dazu angetan erscheinen, die Wiedererkennungsmethoden als solche den Methoden der selbständigen Reproduktion gegenüber zu diskreditieren. G. E. Müller scheint nämlich durch Aufzeigung gewisser bei Anwendung der Methode der identischen Reihen angeblich auftretender Schwierigkeiten den ganzen Versuch, die Tatsachen der Wiedererkennung bez. des Vergleichs für die Gedächtnisforschung fruchtbar zu machen, als erledigt anzusehen. Wenigstens verzichtet er darauf, den Leser des Referats mit diesem allgemeineren Versuch überhaupt erst bekannt zu machen und selbst Stellung zu einem Punkte von so prinzipieller Bedeutung zu nehmen.

Bevor ich mich aber zu dieser Frage allgemeineren Charakters wende, mag es mir verstattet sein, zu den gegen die spezielle Methode der identischen Reihen beigebrachten Einwendungen einige Bemerkungen zu machen. Diese Methode wird nach der Meinung G. E. Müllers zunächst einmal deswegen kaum eine Zukunft haben, weil man bei Benutzung derselben auf die im allgemeinen besten

Versuchspersonen, die Fachpsychologen, werde verzichten müssen. Denn es sei anzunehmen, daß ihnen die Methode bekannt sein werde. Hierauf darf zunächst mit dem Hinweis erwidert werden, bei wievielen psychologischen Versuchen, die ebenfalls eine gewisse Naivität des Beobachters voraussetzen, Fachpsychologen als Versuchspersonen mitgewirkt haben. Das »hinter den wahren Sachverhalt kommen« denkt sich aber G. E. Müller offenbar zu leicht, und es tut mir fast leid, daß meine von ihm angeführte Erklärung, meines Wissens sei keiner der Beobachter hinter den wahren Sachverhalt gekommen, wenig glücklich abgefaßt zu sein scheint. Ich wiederhole darum, daß ich ganz bestimmt weiß, daß keine meiner Versuchspersonen die Methode in ihrem Wesen erkannt hatte. Daß ihnen dies unmöglich war, liegt aber zum großen Teil mit daran, daß ich ein Mittel anwandte, welches eine Garantie dafür zu bieten scheint, daß die Versuchsperson naiv bleibt, womit sich zugleich der zweite Einwand G. E. Müllers erledigt, man müsse schließlich bei jeder Versuchsperson damit rechnen, daß sie ihre Naivität in dieser Hinsicht verliere. Wie ich nämlich ganz im Anfang meiner Untersuchungen (vgl. S. 26 meiner Arbeit) bereits mit objektiven Variationen innerhalb der Vergleichsreihe gearbeitet habe, so habe ich auch später, nachdem ich zur Methode der identischen Reihen übergegangen war, daran festgehalten, zwischen die Versuche mit identischen Vergleichsreihen solche mit objektiven Variationen einzustreuen. Dabei brauchen diese »Verhütungsreihen« für die Untersuchung durchaus nicht etwa verloren zu gehen. Man kann sie vielmehr zur Entscheidung wichtiger Fragen verwenden, sofern man sie nur systematisch zur Anwendung bringt.

Ferner wendet G. E. Müller gegen die Methode der identischen Reihen ein, dieselbe biete keine Kontrolle dafür, inwieweit die Versuchsperson bei ihren Aussagen, ein Reihenglied sei alt, gewissenhaft gewesen sei. Es fehle hier diejenige Kontrolle, welche bei anderen Verfahrungsweisen das Verhalten der falschen Fälle gewähre. Gewiß kann es auch bei unserer Methode vorkommen, daß einmal der Beobachter nur auf Grund mangelnder Gewissenhaftigkeit sich für das Urteil »alt« entscheidet, geradeso wie es bei der Treffermethode vorkommen kann, daß eine Versuchsperson auf gut Glück ein ihr bekanntes Reihenglied nennt, von dem sie aber nicht genau

weiß, ob es an die betreffende Stelle, d. h. zu dem eben vorgezeigten Glied, gehört, und das zufällig doch richtig sein kann. Die Dienste, welche in solchem Falle für die Treffermethode das Verhalten der falschen Fälle leisten mag, können in dem unseren von denjenigen Resultaten geleistet werden, welche uns die »Verhütungsreihen« liefern. Ferner werden sich die Reihen einer Versuchsperson, welche ihre Urteile durch andere Gesichtspunkte als die ihr gegebenen beeinflussen ließe, dadurch als unzuverlässig verraten, daß gewisse betreffs der absoluten Stellen der als alt wiedererkannten Glieder auftretende Gesetzmäßigkeiten ausbleiben. Wie nämlich bei der Erlernung einer Reihe die Anfangsglieder samt dem Endglied derselben zuerst die Aufmerksamkeit auf sich ziehen (vgl. S. 67 meiner Arbeit), so sind es in regulären Reihen gerade diese Glieder, die am häufigsten als alt wiedererkannt worden sind; in gefälschten Reihen würde dies aber nicht der Fall sein. Sollte aber auch dieses Kriterium infolge zu großer »Raffiniertheit der Versuchsperson« versagen, so besitzen wir schließlich in der Streuung der Werte der Menge des Behaltenen ein noch viel vertrauenswürdigeres Kriterium für die Zuverlässigkeit der Beobachter.

Eine nur selten vorkommende, durch äußere Umstände irgendwie bedingte Fahrlässigkeit im Urteilen nämlich, die übrigens ebensogut einmal das Urteil »neu« an einer Stelle herbeiführen kann, wo die zu einem solchen Urteile notwendigen subjektiven Vorbedingungen gar nicht erfüllt sind, wird sich in ihren Wirkungen, namentlich wenn man eine genügend große Anzahl von Resultaten zu einem Mittelwert zusammenfaßt, selbst aufheben, und in dem regelmäßigen Gang der Streuungswerte wird sich alsdann die Zuverlässigkeit dieser Versuchsreihe dokumentieren. Werden dagegen die Resultate infolge eines Urteilens der Versuchsperson auf Grund der bloßen Einbildung, die eine Versuchskonstellation müsse eine höhere Zahl von Wiedererkennungen ergeben als die andere, oder, weil die Versuchsperson die Methode als diejenige der identischen Reihen erkannt haben sollte, als direkte Fälschungen den Endergebnissen der Untersuchung gefährlich — wenn wir nach G. E. Müllers Meinung eben doch auch mit der Eventualität einer groben Gewissenlosigkeit oder gar Unehrlichkeit des Beobachters rechnen müssen —, so wird uns eine starke Unregelmäßigkeit der Streuungsverhältnisse von der Unbrauchbarkeit

dieser Reihen unterrichten. Wenn wir nämlich die Versuche in einer für die Versuchsperson scheinbaren Regellosigkeit aufeinander folgen lassen — also z. B.: 1. Versuchszahl der Darbietungen D. = 3, Expositionsdauer Exp. = 0,5″, Reihenlänge R.-L. = 8, Zwischenzeit Zw.-Z. = 5 min.; 2. Versuch: D. = 3, Exp. = 1,0″, R.-L. = 13, Zw.-Z. = 5 min.; 3. Versuch: D. = 9, Exp. = 0,5″, R.-L. = 8, Zw.-Z. = 5 min. usw. usw. — so muß sich für den Fall, daß sich der Beobachter in seinen Urteilen durch irgendwelche Reflexionen oder gar durch das bloße Gutdünken bestimmen läßt, bei Vereinigung der zusammengehörigen Resultate und Bestimmung der mittleren quadratischen Abweichung ein ganz regelloser Gang dieser Streuungswerte ergeben. Es könnte sich so z. B. innerhalb derjenigen Reihen, welche einer Variation der Darbietungszahl gewidmet sind, bei einer nicht gewissenhaften Versuchsperson für D. = 3 eine sehr große, für D. = 6 eine beträchtlich kleinere, für D. = 9 eine noch größere Streuung als für D. = 3 ergeben usw. Somit ist uns auch bei Anwendung der Methode der identischen Reihen eine sogar recht sichere Kontrolle über die Zuverlässigkeit der Beobachter gegeben [1])

Von den Vorteilen der Methode der identischen Reihen, welche sie zum größten Teil mit allen sonst noch denkbaren Methoden der Wiedererkennung und des Vergleichs teilt und unter denen die Möglichkeit, mit so kurzen Versuchszeiten zu arbeiten, wie ich es tun konnte, besonders hoch einzuschätzen sein dürfte, erwähnt G. E. Müller keinen einzigen. Es hat mir nun stets fern gelegen, die Methode der identischen Reihen als eine Universal- oder gar als die ideale Methode hinzustellen, wie sie denn überhaupt den ersten, aber meiner Ansicht nach auch weiterhin brauchbaren Versuch der Entwicklung einer Wiedererkennungsmethode für komplexes Gedächtnismaterial darstellt. Ich habe vielmehr den hauptsächlichsten Mangel, den sie aber mit allen bisher entwickelten Methoden der selbständigen Reproduktion teilt, daß ihr nämlich die »unterwertigen« Dispositionen nicht erreichbar sind, und daß sie ebensowenig über die eventuell bestehende »Überwertigkeit« der anderen Dispositionen Auskunft zu

[1]) Ich hoffe, in nicht allzuferner Zeit durch Veröffentlichung dieser und anderer ebenfalls wichtiger Werte, welche die Beobachtungsreihen charakterisieren, aus dem von mir gewonnenen Beobachtungsmaterial den überzeugendsten Beweis führen zu können, daß die Methode der identischen Reihen volles Vertrauen beanspruchen darf.

geben vermag, ausdrücklich hervorgehoben (vgl. S. 28 ff. meiner Arbeit). Nur habe ich ausgeführt, daß man hoffen darf, dieser Übelstand werde sich bei den Wiedererkennungsmethoden minder unangenehm fühlbar machen als bei den Methoden der selbständigen Reproduktion. Die prinzipiell bedeutsame Frage aber, ob bei den letzteren oder bei den Wiedererkennungsmethoden die Mängel durch die Vorteile in höherem Maße überwogen werden, ist nicht so leicht a priori, sondern eigentlich nur auf Grund einer ihr speziell gewidmeten experimentellen Untersuchung zur Entscheidung zu bringen, in welcher gewisse auf Grund einer in derselben Weise bewirkten Einprägung nach Möglichkeit einheitlich gegebene Tatbestände des Bewußtseins mittels beider Methoden zu prüfen und die sich dabei ergebenden Streuungsverhältnisse besonders mit zu berücksichtigen wären.

Wir besitzen in der Gedächtnisforschung bereits einen Anfang — leider ist es bei diesem Anfang geblieben — systematisch angestellter Versuche, welche zur Entscheidung rein auf die Methoden bezüglicher Fragen beitragen können. Es sind dies die von Jost[1]) auf S. 459 ff. angeführten, aber allerdings nicht so sehr aus methodischen Gesichtspunkten als zum Beweis eines später noch zu erwähnenden Satzes unternommenen Versuche, welche ihm das »psychologische Paradoxon« ergaben, daß die Versuchsperson von einer gewissen Art von Reihen »nur wenig wissen«, d. h. (nach Jost!) bei der Prüfung nur wenig Treffer liefern kann, und doch nur relativ weniger Wiederholungen bedarf, um diese Reihen wiederzuerlernen, während sie von einer anderen Art von Reihen »relativ viel weiß« und doch noch vieler Wiederholungen bedarf, um dieselben vollständig zu erlernen.

Da ich auf dieses »Paradoxon« noch mehrfach zurückkommen werde, mag es mir erlaubt sein, die betreffenden Resultate hier in Kürze zu verzeichnen. Jost ließ Reihen von bestimmter Art je dreißigmal lesen und prüfte dieselben nach einer Zwischenzeit von 24 Stunden teils nach dem Ersparnis-, teils nach dem Trefferverfahren; er nennt sie die »alten« Reihen; daneben ließ er Reihen von gleicher

[1]) A. Jost, Die Assoziationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen. Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. der Sinnesorgane, 1897, Bd. 14, S. 436—472.

Art nur je viermal lesen und prüfte dieselben bereits eine Minute nach Abschluß der letzten Lesung wiederum mit dem Ersparnis-, beziehentlich dem Trefferverfahren; sie heißen die »jungen« Reihen. Das Resultat ist aus folgender Tabelle zu ersehen:

	Alte Reihen	Junge Reihen
Trefferzahl	0,9	2,7
Wiederholungszahl	5,85	9,6

wobei unter der Wiederholungszahl die zur Zeit der Prüfung für die vollständige Erlernung der Reihen nötige Zahl an Wiederholungen zu verstehen ist. Es beanspruchten also in der Tat die alten Reihen trotz ihrer geringeren Trefferzahl zur Erlernung weniger Wiederholungen als die mit einer größeren Trefferzahl versehenen jungen Reihen.

Wie ich später näher ausführen werde, neige ich dazu, dieses zunächst allerdings paradoxe Resultat vollständig auf das verschiedene Verhalten der Ersparnis- und der Treffermethode zu den unterwertigen Dispositionen zurückzuführen, während Jost durch dieses Resultat einen von ihm aufgestellten Satz zu stützen sucht. Freilich beweist dasselbe für meinen Standpunkt alsdann, wie sehr sich die Unmöglichkeit, die unter der Treffergrenze befindlichen Dispositionen mitzuzählen und hinsichtlich ihres Stärkegrades zu würdigen, für die Treffermethode unangenehm fühlbar macht, während im Gegensatz dazu bei der Ersparnismethode alle unterwertigen Dispositionen voll zur Geltung kommen, woraus sich eben das Paradoxon erklären dürfte. Daß die Ersparnismethode dafür andere wesentliche Mängel aufweist, habe ich in meinen früheren Ausführungen gezeigt (vgl. S. 12ff.). Ich verweise aber hiermit ausdrücklich auf dieses »psychologische Paradoxon« als auf eine wichtige Ergänzung des von mir bezüglich der Methoden Ausgeführten. Es wäre übrigens interessant, zu erfahren, ob sich auch zwischen der Methode der identischen Reihen und der Ersparnismethode ein solches Paradoxon bezüglich der beiderseitigen Resultate über einen einheitlich gegebenen Tatbestand herstellen läßt, da nach dem oben Bemerkten dadurch zugleich eine Auskunft über die Größe der bei Anwendung der Methode der iden-

tischen Reihen auftretenden Stärkedifferenzen zwischen den einzelnen Dispositionen zu erhalten wäre.

Die Tatsache der verschiedenen Wertigkeit psychischer Dispositionen, die man doch bei der Einprägung möglichst gleichmäßig zu stärken sich bemüht hat, ist es eben, die allen den bisher ausgebildeten Methoden der selbständigen Reproduktion und der Wiedererkennung, welche samt und sonders dadurch charakterisiert sind, daß sie einen einzigen Effekt (wie z. B. das fehlerfreie Aufsagen, die Reproduktion nach dem Trefferverfahren, das Wiedererkennen) als Kriterium für die Stärke der Dispositionen verwenden, ebenso verhängnisvoll wird, wie sie auf der anderen Seite für die meisten dieser Methoden die unerläßliche Vorbedingung ihrer Anwendbarkeit ist. Verhängnisvoll wird sie ihnen insofern, als sowohl die unterwertigen Dispositionen sich als nicht erreichbar der Bestimmung entziehen, wie auch die Überwertigkeit gewisser Dispositionen über den kritischen Effekt vernachlässigt werden muß, während doch im letzten Grunde alle diese Methoden darnach streben, — sei es mit den Ersparniswerten, sei es mit der Trefferzahl oder der Zahl der als alt wiedererkannten Glieder — ein möglichst gutes Maß der wirklich vorhandenen Dispositionsstärken zu geben. Die Voraussetzung der Verwendbarkeit unserer Methoden bildet jene Tatsache aber insofern, als nur in der verschiedenen Geschwindigkeit, mit welcher die einzelnen Dispositionen die Grenze des kritischen Effekts erreichen, eine Möglichkeit, die Wirksamkeit irgendwelcher Faktoren zu bestimmen, gegeben ist. Würde nämlich diese Grenze von allen Dispositionen zur selben Zeit erreicht, so würden sich eben in diesem Moment mit dem ersten Treffer lauter Treffer oder mit dem ersten wiedererkannten Glied die Wiedererkennbarkeit aller Glieder auf einmal ergeben, während noch kurz vorher kein einziger Treffer und kein einziges Urteil »alt« zu erzielen gewesen wäre. Nur für die Erlernungs- und Ersparnismethode wären damit insofern ideale Vorbedingungen gegeben, als sie dann nicht mit überwertigen Dispositionen für den Moment des erstmaligen erfolgreichen Hersagens zu rechnen hätte; sie wäre unter den hier fingierten Verhältnissen die einzige überhaupt anwendbare Methode, denn für alle anderen Methoden ist nach dem Gesagten eine gewisse Verschiedenheit in der Wertigkeit der Dispositionen die unumgängliche Vorbedingung ihrer Anwendbarkeit.

Unter den wirklich bestehenden Verhältnissen nun, welche diese Voraussetzung in so hohem Maße erfüllen, daß jene Unterschiede den Methoden den Weg zur Erreichung ihres Zieles geradezu zu versperren scheinen, muß es uns also bei der Entwicklung von Methoden, welche sich nur eines einzigen kritischen Effekts zur Prüfung der Dispositionen bedienen, vor allem darauf ankommen, jener fatalen Wirkung der Voraussetzung, auf die sie sich gründen, nach Möglichkeit zu entgehen, indem wir den kritischen Effekt in solche Regionen der Dispositionsstärke zurückverlegen, innerhalb deren die Unterschiede in der Stärke der Dispositionen relativ gering sind. Die Annahme nun, daß in den Regionen geringerer Dispositionsstärke auch diese Unterschiede weniger groß seien, könnte fürs erste mit den Ergebnissen, welche das »psychologische Paradoxon« ausmachen, im Widerspruch zu stehen scheinen, insofern dort gerade die jungen Reihen trotz größerer Trefferzahl mehr Wiederholungen bis zur Erlernung forderten als die alten, was auf große Unterschiede in den Dispositionsstärken der Einzelglieder hinweist. Dagegen ist aber geltend zu machen, daß jene Ergebnisse durchaus nicht den Beweis erbringen, daß diese Unterschiede bei Anwendung von mehr Wiederholungen abnehmen würden, denn die entschieden vorhandene größere Ausgeglichenheit der alten Reihen bezüglich dieser Unterschiede wird wesentlich dem Einfluß der bis zu ihrer Prüfung verstrichenen Zeit zuzuschreiben sein. Die bereits bei so wenigen Darbietungen auffällig großen Stärkeunterschiede zwischen den einzelnen Dispositionen aber werden durch die offenbar ganz ungleichmäßige Verteilung der auf Erzielung einer relativ hohen, bereits nach vier Darbietungen zu erwartenden Leistung (die selbständige Reproduktion) eingestellten Aufmerksamkeit zu erklären sein. Denn die Versuchsperson wird bei dem regelmäßigen Wechsel der verschiedenen Versuche, durch den sie bei jeder einzelnen Einprägung vorher unterrichtet war, ob dieselbe zur Erzeugung alter oder junger Reihen bestimmt sei, bei der Lesung der letzteren hinsichtlich der Aufmerksamkeitsverteilung von dem Wunsche beherrscht gewesen sein, trotz der wenigen Lesungen bei der bereits eine Minute später erfolgenden Prüfung möglichst viele Treffer zu erhalten. Darin beruht aber gerade der Vorzug der Wiedererkennungsmethoden, daß sie die kritische Leistung bezüglich des zu ihrer Ermöglichung erforderlichen Kraft-

aufwandes um ein Bedeutendes herabsetzen und dadurch schon eine gleichmäßigere Aufmerksamkeitsverteilung möglich machen, die nun ihrerseits wieder so große Differenzen der Dispositionsstärken gar nicht erst entstehen lassen wird. Man wird also gegen die Erwartung, daß die Wiedererkennungsmethoden in ihren Resultaten durch die aus der Verschiedenwertigkeit der Dispositionen sich ergebenden Fehler weniger getrübt sein werden, die Ergebnisse des »psychologischen Paradoxons« nicht ins Feld führen können, sondern darf vielmehr hoffen, mit der so unter Zugrundelegung einer geringeren Leistung[1]) definierten »Menge des Behaltenen« als der Summe der diesem kritischen Effekt genügenden Glieder, sich einem Maß der wirklichen Dispositionsstärke um ein gutes Stück angenähert zu haben.

Es ist übrigens zu bemerken, daß eine zweite, bisher allerdings noch garnicht benutzte Möglichkeit zur Entwicklung von Methoden der Gedächtnisforschung darin gegeben ist, daß man eine ganze Anzahl stufenweise geordneter kritischer Effekte bei der Prüfung der Dispositionsstärken der Einzelglieder zur Anwendung bringt, indem man ein jedes Glied einer Reihe durch einen bestimmten Effekt charakterisiert, zu dessen Erreichung seine Dispositionsstärke gerade noch ausreicht. Man könnte also z. B. ein jedes Glied der zu prüfenden Reihe zunächst bezüglich seiner ganzen oder teilweisen Reproduktionsbereitschaft untersuchen und erst dann, wenn auch nicht die geringste selbständige Reproduktion möglich wäre,

[1]) Im Archiv f. d. ges. Psychol. VI, S. 82 bezeichnet es H. J. Watt gelegentlich einer Erörterung meiner Methode als eine psychologisch sehr anfechtbare Behauptung, »daß die Wiedererkennung bzw. Vergleichung eine einfachere Gedächtnisleistung darstelle als die Reproduktion«. Es sei mir dazu die Bemerkung gestattet, daß ich bei der Begründung der Wiedererkennungsmethoden immer nur (vgl. S. 24, 29 usw. meiner Arbeit) von einer geringeren psychischen Leistung spreche, insofern sie einen geringeren Arbeitsaufwand zu ihrer Ermöglichung erfordert. Es hat mir also fern gelegen zu behaupten, daß die Wiedererkennung gegenüber der selbständigen Reproduktion den weniger komplizierten psychischen Prozeß darstelle, sondern ich habe lediglich die doch wohl unanfechtbare Tatsache herangezogen, daß eine Wiedererkennung durch einen bei weitem geringeren Aufwand an Kraft und Zeit beim Erlernen ermöglicht wird als eine selbständige Reproduktion, welche einen zeitlich viel ausgedehnteren Erlernungsakt erfordert. Vgl. dazu S. 38 meiner Arbeit: »Häufig äußerten sich die Beobachter vielmehr dahin, daß sie auch nicht eine einzige Zahl zu reproduzieren imstande seien, die Wiedererkennung aber gehe leicht vonstatten.«

das Kriterium der Wiedererkennung (eventuell unter Verwendung objektiver Variationen) in Anwendung bringen und erhielte so für eine Reihe von Gliedern eine Reihe von kritischen Effekten, welche durch die zugehörigen Dispositionen eben noch ermöglicht würden. Natürlich bedürfte eine derartige Methode erst einer sorgfältigen Ausbildung, sie hätte aber den Vorteil, daß durch Einführung verschiedener Kriterien auch die im Falle nur eines kritischen Effektes unerreichbaren unterwertigen Dispositionen mit in Rechnung gestellt werden könnten. Auch sie würde freilich noch nicht ein vollkommenes Maß der Dispositionsstärke einer Reihe liefern, da auch bei ihr noch die Unter- bez. Überwertigkeit der Dispositionen eine Rolle spielen würde; jedoch ließe sich dieselbe durch Zwischenschiebung möglichst vieler, eindeutig bestimmter kritischer Effekte in ihren Ausdehnungsmöglichkeiten stark beschränken. Jedenfalls wäre wohl ein solcher Versuch nicht von vornherein als aussichtslos zu bezeichnen, und es wäre wiederum Sache einer rein methodischen Gesichtspunkten dienenden experimentellen Untersuchung, eine derart ausgebildete Methode mit den bisher üblichen hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit zu vergleichen.

Hier dürfte der Ort sein, eine in meiner Arbeit vorhandene Lücke auszufüllen, auf die ich leider zu spät aufmerksam geworden bin, als daß ich sie noch hätte schließen können, auf die aber auch G. E. Müller mit Recht hingewiesen hat. Ich habe nämlich die Bemerkung nachzuholen, daß bei meinen experimentellen Untersuchungen die Versuchsperson in jedem Falle vor dem Versuche von der Anzahl der Darbietungen, die derselbe umfassen werde, unterrichtet worden ist. Zu dieser Maßregel hatte ich mich deshalb entschlossen, weil im anderen Falle durch die Spannungsgefühle, welche dann infolge der fortwährenden Erwartung des Abschlusses der Darbietungen auftreten, der Aufmerksamkeitsverlauf in der ungünstigsten Weise beeinflußt wird. Freilich hat diese vorherige Bekanntgabe der kommenden Darbietungszahl an den Beobachter den einen Nachteil, daß in den einer Variierung der Darbietungszahlen gewidmeten Versuchen Schwankungen des Anfangswertes der Aufmerksamkeitsspannung nicht zu vermeiden sein werden, insofern sich die Versuchsperson bei einer größeren Anzahl von Darbietungen weniger anstrengen zu müssen meint. Doch glaube ich, durch diese Maßregel von zwei Übeln das kleinere gewählt zu haben.

Ein Gegenstand besonders zahlreicher Einwendungen ist für G. E. Müller das, was ich über die Wirksamkeit des »Intervalls«, d. h. der zwischen den Einzeldarbietungen verfließenden Zeit, und über die Beziehungen meiner darauf bezüglichen Resultate zu den von Jost und Steffens[1]) erhaltenen ausgeführt habe. Schon was meine Versuchsreihen selbst anlangt, scheinen ihm die für Vp. Hr. (S. 51) gefundenen Differenzen der Mengen des Behaltenen so gering, daß ihm der Verdacht, es handele sich hier um ein Resultat unausgeglichener Zufälligkeiten, keineswegs ausgeschlossen ist. Ich würde selbst dieser Versuchsreihe nur wenig Wert beigemessen haben, wenn sie nicht ihrer zur vorhergehenden innerhalb engerer Grenzen entschieden vorhandenen Analogien wegen ein gewisses Vertrauen beanspruchen dürfte. Gern hätte ich diese in der Besprechung angezweifelte Versuchsreihe durch Einführung noch größerer Intervalle vervollständigt, hätten mich nicht — es sind dies die letzten Versuche, die ich angestellt habe — Gründe persönlicher Natur zu einem Abschluß gedrängt, zumal Versuche dieser Art, wie man sich leicht überzeugen wird, besonders viel Zeit in Anspruch nehmen. Ich kann daher auf Grund meiner schon früher ausgesprochenen Überzeugung, daß die Frage des Intervalls in der Gedächtnisforschung eine Fülle von Aufgaben umschließt und auch für das allgemeinere psychologische Problem der Pausenwirkung bei sich regelmäßig wiederholenden psychischen Prozessen von großer Bedeutung ist, nur den bereits auf S. 51 meiner Arbeit geäußerten Wunsch wiederholen, daß die Fragen des sogenannten kritischen Intervalls bald weitere experimentelle Bearbeitungen mittels verschiedener Methoden erfahren möchten. Dadurch allein kann auch die Frage, ob meinen Versuchen mit Vp. Hr. eine allgemeinere Bedeutung zuzusprechen ist, endgültig entschieden werden.

Bei dem Versuche nun, die Existenz eines kritischen Intervalles, d. h. eines solchen, für welches die ausgibigste Verteilung der Darbietungen gegenüber den Nachbarintervallen von geringerer oder größerer Länge ein Maximum der Menge des Behaltenen ergibt, zum einen Teil aus der durch die Pause gegebenen Kompensation der

[1]) L. Steffens, Experimentelle Beiträge zur Lehre vom ökonomischen Lernen. Zeitschr. f. Psychol. und Physiol. d. Sinnesorg., 1900, 22, 321—382.

Ermüdung zu erklären, war es natürlich meine Pflicht, zunächst die früher von Jost gegen einen solchen Erklärungsversuch geltend gemachten Bedenken als nicht stichhaltig zu erweisen. Dies glaube ich auch auf S. 53f. getan zu haben, wo ich gewisse von Jost für seine Behauptung beigebrachte Versuchsresultate als nicht in diesem Sinne beweiskräftig nachweise. Dagegen behauptet G. E. Müller »Bei der Diskussion dessen, was Jost für seine Behauptung anführt, daß der von ihm konstatierte Einfluß der Verteilung der Wiederholungen im wesentlichen nicht auf Ermüdung beruhe, wird das wichtigste Argument von Jost (S. 451ff.) verschwiegen, nämlich dies, daß sich ja der erforderliche Einfluß der ausgibigeren Verteilung auch dann sehr deutlich zeige, wenn man statt an 6 Tagen je 4, an 12 Tagen je 2 Lesungen stattfinden lasse, wo ja die Vermutung, daß sich bei der Aufeinanderfolge von 4 Lesungen eine Ermüdung geltend mache, durch die Beobachtung ganz ausgeschlossen ist.« Ich kann hiergegen nur die schon in meinen ersten Ausführungen zum Ausdruck kommende Überzeugung aufrecht erhalten, daß Jost, ganz wie ich es dargestellt habe, vielmehr in den Resultaten der von mir auf S. 53f. meiner Arbeit behandelten Versuchsreihe das wichtigste Argument seiner Behauptung, daß die Ermüdung der wesentlich wirksame Faktor nicht sein könne, gesehen hat. Dies beweisen mir die Worte, mit denen er das Fazit jener von mir besprochenen Versuchsreihe zieht (S. 445), »so kann man daraus mit ziemlicher Sicherheit abnehmen, daß die Ursache des Einflußes der Verteilung nicht lediglich in der größeren Ermüdung beim Lesen der Kumulationsreihen bestehen kann« und wenige Zeilen tiefer »die allgemeine Ermüdung hat sich in den letzten Versuchsreihen als unzureichend erwiesen«. Damit ist für Jost die Ermüdung ein- für allemal aus der Betrachtung ausgeschieden. Denn diejenige bei Jost auf S. 451ff. wiedergegebene Versuchsreihe, welche nach G. E. Müller angeblich das wichtigste Argument Josts für seine Behauptung liefern soll, dient zur Entscheidung über eine nach Jost gänzlich neue Erklärungsmöglichkeit, die auf ein Heranziehen des Ermüdungsfaktors von vornherein ausdrücklich verzichtet. Es bliebe nämlich nach Jost immer noch die Möglichkeit offen, anzunehmen, »daß die letzten Wiederholungen einer Reihe mit großer Kumulation, selbst wenn sie mit ungeschwächter Aufmerksamkeit absolviert werden,

aus noch unbekannten Gründen einen geringeren Wert für Einprägen und Behalten besäßen als die ersten Wiederholungen«, und daß so der Nachteil der Kumulation gegenüber der Verteilung verständlich würde. Die »noch unbekannten Gründe«, die für den ersten Augenblick etwas mystisch anmuten mögen, weil sie mit der Ermüdung, Entspannung der Aufmerksamkeit usw. nichts zu tun haben sollen, brauchen hier keine Rolle weiter zu spielen, da ja Jost durch seine auf S. 451 ff. angeführten Versuche nachgewiesen zu haben glaubt, daß die nach ihm für höhere Ordnungszahlen der Wiederholungen — beispielsweise etwa von der zehnten Wiederholung an — entschieden bestehende Gesetzmäßigkeit der Abnahme der Wirkung der Wiederholungen mit wachsender Ordnungszahl derselben den von ihm konstatierten größeren Erfolg einer mit Verteilung gegenüber einer kumuliert erlernten Reihe nicht zu erklären vermöge. Denn — so glaubt Jost seinen Beweis indirekt führen zu können — da die Selbstbeobachtung lehre, daß bis hinauf zu neun Wiederholungen vielmehr eine Überlegenheit einer jeden Darbietung über die vorhergehende zu bemerken sei, so daß von einer geringeren Wirksamkeit dieser Wiederholungen keine Rede sein könne, so würde auf Grund unserer oben gemachten Annahme, die Minderwertigkeit kumulierter Darbietungen sei lediglich aus der geringeren Wirksamkeit der Wiederholungen mit höherer Ordnungszahl zu erklären, folgen, daß bei so kleinen cumulis von 8 oder 4 oder gar nur 2 Wiederholungen die ausgedehntere Verteilung nicht mehr die günstigeren Resultate liefern dürfe. Dem widerspricht nun aber das experimentell gewonnene Resultat, daß je 8 Wiederholungen an 3 Tagen in ihrer Wirkung durch je 4 Wiederholungen an 6 Tagen und diese wiederum durch je 2 Wiederholungen an 12 Tagen übertroffen werden, und daß mithin das Gesetz von der Überlegenheit der ausgibigeren Verteilung über die weniger ausgibigen bis herab zu den kleinsten cumulis Geltung hat. »Da aber ferner, so beschließt Jost auf S. 453 seine Ausführungen über diese Versuchsreihe, bei 4 Wiederholungen, die nicht einmal $^3/_4$ Minuten Zeit beanspruchen, von Abstumpfung der Aufmerksamkeit, Abnahme des Interesses und dergleichen mehr wohl kaum die Rede sein kann, so ist offenbar jede Ansicht zur Erklärung der Verteilungswirkung unzureichend, welche die hier untersuchten Erscheinungen darauf zurückführt, daß die späteren Wiederholungen

einer Reihe im Vergleich zu den früheren für das Aneignen und Behalten von geringerem Wert sei.« Jost zieht also aus den experimentell gewonnenen Resultaten nicht den Schluß, daß nicht in der Kompensation der Ermüdung die wesentliche Ursache der Intervallwirkung zu suchen sei, sondern wiederholt in dem Vordersatz lediglich das schon früher angeführte Resultat der Selbstbeobachtung, daß für niedrige Wiederholungszahlen vielmehr eine erhöhte Wirksamkeit einer jeden Darbietung über die vorhergehende sich geltend zu machen scheine, ein Resultat also, welches vielmehr die Voraussetzung für die Richtigkeit des von ihm gezogenen Schlusses ist. Es kann also keine Rede davon sein, daß ich das wichtigste Argument Josts gegen eine Benutzung der Ermüdungs- bez. Auffrischungserscheinungen zur Erklärung der Intervallwirkung einfach »verschwiegen« hätte. Mir konnte es an jenem Orte nur darauf ankommen, die von Jost gegen eine solche Erklärung wirklich geltend gemachten Bedenken zu zerstreuen, und ich hätte höchstens in zweiter Linie insofern auf diesen angeblichen Beweis eingehen können, als er einen Satz zu widerlegen unternimmt, der aus der von mir gemachten Annahme einer schon bei ganz niedrigen Wiederholungszahlen sich geltend machenden Ermüdung notwendigerweise wieder folgt, während für Jost diese Annahme durch seine von mir früher besprochenen Versuche bereits als unzulässig erwiesen galt.

Nun gebe ich aber zu, daß man die Resultate der von Jost auf S. 451 ff. behandelten Versuche wirklich auch gegen meine Annahme einer derart ermüdenden Wirkung auch der ersten Darbietungen ins Feld führen kann — wie dies G. E. Müller fälschlich Jost zuschreibt —, sofern man nur die geringere Wirksamkeit späterer Wiederholungen nicht auf »noch unbekannte Gründe«, sondern eben auf die Ermüdung zurückführt. Der »Beweis« nimmt dann denselben Lauf wie vorher, nur daß man das Resultat der Selbstbeobachtung ausdrücklich dahin formuliert, daß sich bei einer Zahl von 4 Wiederholungen, die insgesamt $^3/_4$ Minute erforderten, unmöglich schon Ermüdungserscheinungen zeigen können. Da nun, falls die Intervallwirkung aus der Ermüdungskompensation zu erklären wäre, wiederum für sehr kleine cumuli die ausgibigere Verteilung nicht mehr die günstigere sein dürfte, so scheinen die Jostschen Versuche mit ihrem dieser Erwartung entgegengesetzten Resultat also doch zu

beweisen, daß nicht die Ermüdung als der ausschlaggebende Faktor zu betrachten ist?

Der ganze »Beweis« gründet sich ja auf die Resultate von Selbstbeobachtungen! Jost (vgl. S. 446) will die erhöhte Wirksamkeit späterer Wiederholungen sogar noch bei 8 oder 9 Wiederholungen, die also reichlich 1 ½ Minute in Anspruch nahmen, durch Selbstbeobachtung konstatiert haben, daß man nämlich »erst beim vierten oder fünften Durchlesen so recht in Zug komme«. Als ob damit gesagt wäre, daß deshalb noch keine Ermüdung eingetreten sei, wo doch gerade die auf die allerersten Wiederholungen entfallenden Bemühungen, recht in Zug zu kommen und die diesem Bemühen im Wege stehenden Hemmnisse zu überwinden, einen besonders großen Kraftaufwand erfordern dürften! Man wird eben auch in solchen Fragen sich dazu verstehen müssen, mit unendlich kleinen Inkrementen zu rechnen, was man ja bei anderen Gelegenheiten schon unbedenklich tut, und wird nicht erst dort an eine Ermüdung glauben dürfen, wo sie bereits unangenehm spürbar wird. Ich kann darum auch die Resultate dieser weiteren Jostschen Versuche nicht als einen stichhaltigen Einwand gegen eine Verwendung der restaurierenden Wirkung des Intervalls für die Erklärung der verschiedenen Intervallwirkungen anerkennen.

Die eben besprochene Jostsche Ableitung des Satzes, daß die Intervallwirkung nicht aus der geringeren Wirksamkeit der späteren Wiederholungen zu erklären sei, ist übrigens ein lehrreiches Beispiel dafür, zu was allem Selbstbeobachtungen herhalten müssen. Hier verhelfen sie nämlich sogar zur Entscheidung einer prinzipiell wichtigen Frage über eine bestimmte Erklärungsmöglichkeit. Mit dem durch Selbstbeobachtung konstatierten Fehlen spürbarer Ermüdungserscheinungen bei niedriger Ordnungszahl der betreffenden Wiederholungen glaubt man zugleich objektiv jede Ermüdung in Abrede stellen und einen bezüglich der dispositionsschaffenden Wirkung erhöhten Wert jeder folgenden Wiederholung über die vorhergehende innerhalb dieser Grenzen annehmen zu dürfen. Unter dieser Voraussetzung ist dann freilich jener Beweis unanfechtbar. Ich glaube aber durch meine Versuche, soweit sie sich auf die funktionelle Abhängigkeit der Menge des Behaltenen von der Darbietungszahl beziehen, bewiesen zu haben, daß eben jene aus der Selbstbeobachtung für

niedrige Darbietungszahlen abgeleitete Voraussetzung, mit welcher der Jostsche Beweis steht und fällt, der Wirklichkeit nicht entspricht.

»Instruktive Selbstbeobachtungen« sind es aber besonders, die G. E. Müller in meiner Arbeit so stark vermißt, daß er ihr sogar den Charakter einer rein psychologischen Untersuchung absprechen zu wollen scheint. Nun habe ich es allerdings mit Absicht vermieden, derart wichtige Fragen wie die oben behandelte durch Resultate der Selbstbeobachtung zu entscheiden, wenn ich sie auf anderem Wege einer Entscheidung zuführen konnte. Man wird mir aber wohl glauben, daß ich während der zwei Jahre, innerhalb deren ich fast täglich neben der Versuchsperson vor dem Apparate gesessen habe und eigentlich ständig selbst mit Versuchsperson gewesen bin, gar manche Selbstbeobachtung gemacht und an der Analyse der Vorgänge des Erlernens und der Wiedererkennung gearbeitet habe. Freilich habe ich darauf verzichtet, diese Resultate in ermüdender Folge aufzuzählen, sondern ich bin bestrebt gewesen, eine jede am rechten Orte in den allgemeinen Zusammenhang zu verweben. So bietet besonders der von G. E. Müller stark angefochtene dritte Teil meiner Abhandlung viel durch Selbstbeobachtung teils gewonnenes, teils bestätigtes Material. So haben sich mir z. B. alle die auf S. 67 meiner Arbeit aufgeführten, auf das Erlernen einer Reihe bezüglichen Resultate des Experiments, auch durch Selbstbeobachtung ergeben; man wird es mir aber wohl kaum verübeln, daß ich den experimentellen Daten vor den mit ihnen übereinstimmenden Ergebnissen der subjektiven Beobachtung den Vorzug gegeben habe.

Ganz ungerechtfertigt aber ist es, wenn mir G. E. Müller den Vorwurf macht, ich vermöchte den Steffensschen Satz, welcher sich auf die Verteilung einer konstanten Anzahl von Wiederholungen über einen Zeitraum von konstanter Länge bezieht, von dem ersten Jostschen Satze, der von der Verteilung einer ebenfalls konstanten Anzahl von Wiederholungen über Zeiträume von variabler Länge handelt, nicht zu unterscheiden. Dem letzteren auf S. 49 meiner Arbeit angeführten Satze »Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so hat für die ältere eine Neuwiederholung größeren Wert« stelle ich nämlich den Steffensschen Satz in folgender Form gegenüber »Sind zwei Assoziationen (sc. Dispositionen) von verschiedener Stärke (aber gleichem Alter), so fällt

der Ersparniswert (und mit ihm die Dispositionsstärke) der schwächeren Assoziation, absolut genommen, in der Zeit langsamer ab« (S. 54). Durch Einfügung der Parenthese »aber von gleichem Alter« glaube ich doch genügend bewiesen zu haben, daß mir der zwischen beiden Sätzen bestehende wichtige Unterschied bezüglich der Annahmen über das Verhältnis der Assoziationsstärken und das Alter der Assoziationen, welche Annahmen ihrerseits wieder durch die von G. E. Müller hervorgehobene inhaltliche Verschiedenheit der Jostschen und Steffensschen Untersuchungen bedingt sind, nicht nur nicht entgangen, sondern vielmehr der ausdrücklichen Betonung wert erschienen ist. Das einzige Mißverständnis, das mir bei diesen Auseinandersetzungen untergelaufen ist, besteht darin, daß ich gemeint habe, Lottie Steffens könne die mittelbare Beziehung nicht entgangen sein, in welche sich der von ihr (a. a. O. auf S. 374) aufgestellte Satz zu dem ersten Jostschen Satz bringen läßt, sofern man ihn nur, wie ich es in den beigefügten Parenthesen getan hatte, auch auf die Dispositionsstärken selbst ausdehnt, was nach dem allgemeinen Gesetz des Abfalls der Dispositions- (Assoziations-)stärke mit wachsender Zwischenzeit durchaus erlaubt ist (vgl. S. 58ff. meiner Arbeit). Wie ich mich aber inzwischen überzeugt habe, macht sie keinerlei Versuch, eine solche Verbindung herzustellen; sie begnügt sich vielmehr damit, ihren Satz auf den Abfall des Ersparniswertes in der Zeit zu beschränken.

Ich werde nun zunächst den Versuch machen, diesen durch den zweiten Jostschen Satz vermittelten Zusammenhang des Steffensschen mit dem ersten Jostschen Satze herzustellen, ein Versuch, der vor allem aus dem Grunde allgemeineres Interesse beanspruchen dürfte, weil damit die bisher zusammenhangslos nebeneinanderstehenden drei Sätze in eine enge Beziehung gebracht werden und zugleich eine Reduktion auf ein einfacheres Prinzip erfahren. Obwohl sich nämlich Jost darauf beschränkt, seine beiden Sätze völlig unvermittelt nebeneinander zu stellen, läßt sich doch aus dem zweiten von ihm aufgestellten Satze »Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so fällt die ältere in der Zeit weniger ab« (S. 467) der erste Satz (vgl. vor. S.) — allerdings nur in einer äußerlich zwar wenig, inhaltlich jedoch stark modifizierten Gestalt — herleiten, in der Form nämlich einer nur scheinbaren Gesetzmäßigkeit

»Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so scheint eine Neuwiederholung für die ältere einen größeren Wert zu haben«. Nur in dieser modifizierten Form läßt sich der erste Jostsche Satz in seiner Allgemeinheit überhaupt aufrecht erhalten, während er in der ihm von Jost gegebenen Form einer wirklich stattfindenden gesetzmäßigen Beziehung nur innerhalb gewisser Grenzen gilt. Wie ich nämlich auf S. 50ff. meiner Arbeit gelegentlich ausgeführt habe, besteht dieser Satz nur innerhalb jener Grenzen zu Recht, welche dadurch bezeichnet sind, daß die jüngere Disposition ihre Stärkung zu einem Zeitpunkte erfährt, in welchem die Ermüdungswirkungen von ihrer Einprägung her sich noch geltend machen, dann aber sogar ohne die einschränkende Bedingung, welche gleiche Stärkegrade der verschiedenaltrigen Assoziationen erfordert (vgl. auch später S. 112). Wir haben es hier aber lediglich mit dem ersten Jostschen Satz in seiner vollen Allgemeinheit zu tun, und als solcher ist er, wie ich zeigen werde, als der Ausdruck der oben formulierten nur scheinbaren Gesetzmäßigkeit aus dem zweiten Jostschen Satze ableitbar.

Da aber dieser Auffassung im Gegensatze zu dem Inhalte des Satzes in der Jostschen Fassung die Annahme zugrunde liegt, daß in Wirklichkeit außerhalb jenes eben umgrenzten Gebietes eine jede Darbietung für jede Assoziation von demselben Stärkegrade den gleichen dispositionsschaffenden Wert hat, mögen die Altersunterschiede der verschiedenen Assoziationen auch noch so groß sein, so haben wir uns zunächst mit den »Beweisen« abzufinden, welche Jost für seine Auffassung einer Verschiedenwertigkeit der einzelnen Neuwiederholung für Assoziationen verschiedenen Alters geltend macht. Bezeichnenderweise sind nun beide Tatsachen, welche er beizubringen vermag und als vollkommen beweiskräftig ansieht, dadurch charakterisiert, daß sie sich als Folgen aus dem ersten Satze ergeben müßten, falls er gültig wäre. Sie lassen sich aber sehr wohl auch auf anderem Wege erklären, so daß durchaus nicht der erste Jostsche Satz als ihre notwendige Bedingung anzusehen ist.

Von den zwei Gründen nämlich, die Jost für seine Auffassung anführt, ist die erstere Tatsache, die günstigere Wirkung der ausgedehnteren Verteilung gegenüber der Kumulierung innerhalb der von Jost eingehaltenen Grenzen, ebensogut unter Zuhilfenahme der

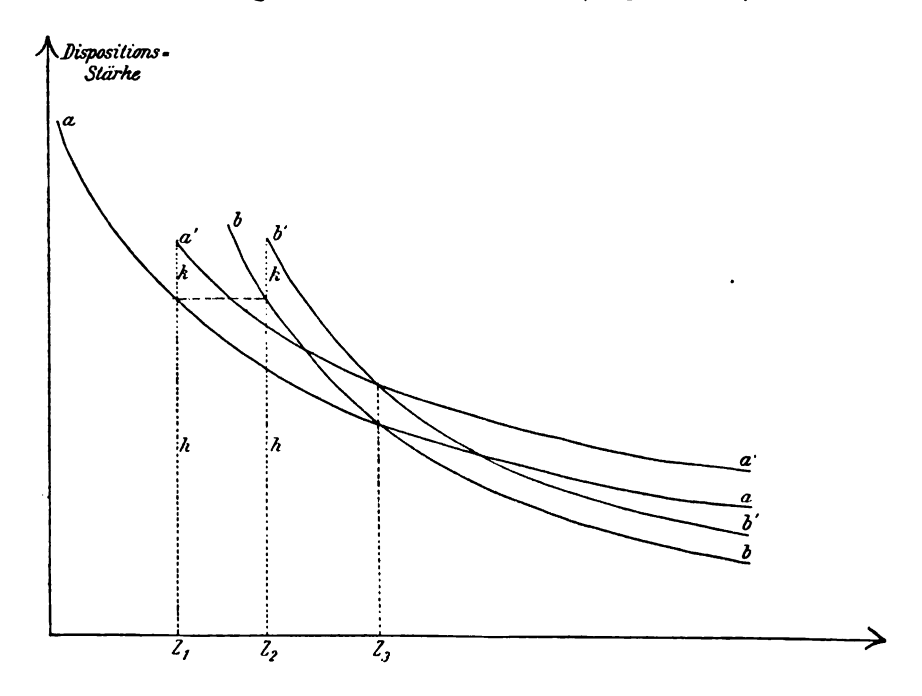
Ermüdungswirkung aufeinanderfolgender Darbietungen zu erklären, wie ich dies früher schon angedeutet habe. Die zweite Tatsache aber, durch die er seinen Satz zu stützen sucht, ist das oben schon behandelte »psychologische Paradoxon« verschiedenartiger Resultate des Treffer- und des Ersparnisverfahrens, das man, wie ich gezeigt habe, sehr wohl auch daraus ableiten kann, daß bei Anwendung der Ersparnismethode alle die unterwertigen Dispositionen im Ersparniswert mit zur Geltung kommen, während sie für das Trefferverfahren unerreichbar bleiben, so daß die von Jost erhaltenen Trefferzahlen durchaus keine Entscheidung darüber zulassen, ob die alten oder die jungen Reihen in dem gegebenen Falle eine größere mittlere Assoziationsstärke besessen haben [1]).

Der erste Jostsche Satz in seiner ursprünglichen Fassung ist somit als vorläufig noch unbewiesen zu betrachten, und es steht demnach unserer Annahme gleicher Wirksamkeit der Einzeldarbietung auf alte wie auf weniger alte Dispositionen, wenn nur die vorhin bezeichneten Grenzen überschritten sind, nichts im Wege. Wir brauchen nur noch, um den ersten Jostschen Satz in seiner Allgemeinheit als den Ausdruck einer nur scheinbaren Gesetzmäßigkeit aus dem

---

[1]) Ganz abgesehen davon, daß, wie gesagt, das »Paradoxon« auch noch diese andere Deutung zuläßt, kann auch Jost dasselbe seinen Zwecken nur dadurch dienstbar machen, daß er eine große Inkonsequenz begeht, auf die ich bereits auf S. 29 meiner Arbeit aufmerksam gemacht habe. Obwohl er nämlich noch kurz vorher klargestellt hat, daß uns die Treffermethode über die Assoziationsstärken unterwertiger Assoziationen keine Auskunft geben könne, interpretiert er auf S. 463 die oben mitgeteilten zahlenmäßigen Resultate des »Paradoxons« mit dem Satze »Die Zahlen für die Treffer beweisen, daß die mittlere Assoziationsstärke der jungen Reihen zur Zeit der Prüfung eine viel größere war«, wobei er unter der mittleren Assoziationsstärke laut Definition (vgl. S. 447) die durchschnittliche Größe der Tendenz eines Gliedes der Kette versteht, das nächstfolgende zu reproduzieren, eine Größe also, die nach dem früher von ihm Bemerkten durch die Trefferzahl garnicht charakterisiert werden kann. Nur diese Inkonsequenz konnte Jost dazu verleiden, für seinen ersten Satz das »Paradoxon« ins Feld zu führen, das, wäre er konsequent gewesen, für ihn garnicht hätte beweisend sein dürfen. Man vergleiche übrigens die bedeutend vorsichtigere Fassung des Satzes bei Otto Lipmann (»Die Wirkung der einzelnen Wiederholungen auf verschieden starke und verschieden alte Assoziationen« Zeitschr. f. Psychol. 35, S. 223): »Liefern zwei verschieden alte, gleichlange Reihen gleich viele Treffer, so wird die Zahl der letzteren durch Neuwiederholungen bei der älteren schneller vermehrt als bei der jüngeren.« Auf die methodisch in verschiedener Hinsicht durchaus anfechtbare Ableitung dieses Satzes bei Lipmann kann ich mich an dieser Stelle nicht einlassen.

zweiten Jostschen Satze ableiten zu können, die für den jetzigen Stand der Frage durchaus statthafte und in der Reihe der gegebenen Möglichkeiten nächstliegende Annahme zu machen, daß das für irgend einen bestimmten Zeitpunkt genommene Verhältnis der Abfallstendenzen der Stärkegrade zweier Assoziationen (Dispositionen) von ver-



schiedenem Alter für den Fall, daß beide Assoziationen in denjenigen beiden Zeitpunkten, in welchen sie eine jede auf einen gewissen Stärkegrad herabgesunken waren, dieselbe absolute Stärkung durch dieselbe Anzahl von Darbietungen erfahren haben, genau dasselbe ist, wie wenn diese Stärkungen nicht erfolgt wären.

Nehmen wir nämlich nunmehr beispielsweise an, die beiden Dispositionen *a* und *b*, von denen *a* die ältere sei, haben in den Zeitpunkten Z_1 beziehentlich Z_2 dieselbe Stärke *h* und erfahren in diesen Punkten durch eine neue Darbietung [1]) die gleiche absolute Stärkung

[1]) Da sich das Verhältnis der beiden Abfallstendenzen durch das Verhältnis der beiden Kurvenkrümmungen in bestimmten Zeitpunkten darstellt, die Konstanz eines Verhältnisses zweier Krümmungen sich aber schwer anschaulich machen läßt, wenn die absoluten Krümmungswerte sich verändern, was ja in Wirklichkeit bei jeder noch

k, so zeigt sich in den auf Z_2 folgenden Zeitpunkten, daß die Differenz der Dispositionsstärken immer kleiner wird, bis sie im Punkte Z_3 ganz verschwindet, worauf dann sogar die Dispositionsstärke von *b'* unter diejenige von *a'* herabsinkt. Es scheint also in allen auf Z_2 folgenden Zeitpunkten, als hätte die neue Darbietung für die ältere Disposition *a* einen größeren Wert als für die jüngere *b* gehabt. Da nun aber in meiner Figur in dem Verlauf der Kurven *a* und *b* lediglich die graphische Darstellung der im zweiten Jostschen Satze ausgesprochenen Gesetzmäßigkeit »Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so fällt die ältere in der Zeit weniger ab« zu sehen ist, so darf es wohl als nachgewiesen betrachtet werden, daß der erste Jostsche Satz in modifizierter Form »Sind zwei Assoziationen von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so scheint eine Neuwiederholung für die ältere einen größeren Wert zu haben« aus dem zweiten Jostschen Satz ableitbar ist. Daß aber weiterhin der letztere mit dem Steffensschen Satze in engstem Zusammenhange steht, ist schon von vornherein daraus zu erschließen, daß sich beide Sätze auf den Abfall der Dispositionsstärken in der Zeit beziehen. Ein Vergleich des Verlaufs der Kurven *a* und *b* in der obigen Figur aber als Ausdrucks der im zweiten Jostschen Satze ausgesprochenen Gesetzmäßigkeit mit der von Steffens auf S. 375 ihrer Abhandlung gegebenen graphischen Veranschaulichung ihres Satzes und schließlich mit der von mir als Darstellung des durch meine Versuche im Einklang mit früheren Untersuchungen gefundenen Abfalls der Dispositionsstärke mit wachsender Zeit gegebenen Kurve XIII meiner Arbeit läßt leicht erkennen, daß der zweite Jostsche und der Steffenssche Satz lediglich Folgerungen aus diesem allgemeinsten Gesetz des Abfalls der Dispositionsstärke darstellen und mithin untereinander aufs engste verknüpft sind.

---

so kleinen Stärkung der Dispositionen geschehen wird, habe ich eine so geringe Stärkung gewählt, um, ohne in der graphischen Darstellung einen großen Fehler zu begehen, die ursprünglichen Kurven einfach durch ihre Parallelkurven ersetzen zu können, wobei dann unmittelbar klar werden dürfte, was unter der Konstanz des Verhältnisses der Abfallstendenzen für jeden Zeitpunkt gemeint ist. Die Zeitpunkte Z_1 und Z_2 sind übrigens so gewählt zu denken, daß jene Grenzen überschritten sind, innerhalb deren wirklich ein größerer Wert der Darbietung für die ältere Disposition zu konstatieren ist.

Es muß nun aber eine ganz falsche Vorstellung von meinen bezüglich der Wirksamkeit des Intervalls unternommenen Versuchen (S. 48 ff.) hervorrufen, wenn G. E. Müller behauptet, meine Versuche bezögen sich auf den Jostschen Satz. Sie beziehen sich vielmehr ebensoviel und ebensowenig auf die Jostschen wie auf die Steffensschen Untersuchungen. Mit den ersteren nämlich haben sie gemeinsam, daß die Gesamtzeit variiert wurde, auf die sich die konstant gehaltene Zahl der Darbietungen verteilte, mit letzteren dagegen, daß die Intervalle variiert wurden, welche bei Steffens die cumuli, bei mir die Einzeldarbietungen trennten. Von beiden Untersuchungen sind aber die meinen dadurch unterschieden, daß bei ihnen die Frage der Häufung und Verteilung ganz aus dem Spiele gelassen und immer mit der ausgibigsten Verteilung gearbeitet worden ist. Das an meinen Versuchen über die Wirksamkeit des Intervalls Charakteristische ist vielmehr die systematische Variierung der Intervallgröße, und das meiner Meinung nach wichtigste Resultat dieser Versuchsreihen besteht darin, daß sich die Existenz eines kritischen Intervalles ergab, für welches die Menge des Behaltenen ein Maximum erreichte; dadurch komplizierte sich die Frage der Häufung und Verteilung der Darbietungen ungemein (vgl. S. 51 f. meiner Arbeit). Es trat aber weiter die Frage auf, ob sich dieses Resultat unter Zuhilfenahme der von Jost beziehentlich Steffens aufgestellten Sätze erklären läßt, und es stellte sich heraus, daß sich diese erst dispositionsschaffende, später aber dispositionsstörende Wirkung der Intervallgröße restlos erklären läßt, sobald man dem Intervall als einer Zeitgröße eine teils positive aus der Kompensation der Ermüdung, teils negative Wirkung, wie sie sich im Vergessen äußert, zuschreibt, wie ich dies auf S. 55 ff. getan habe. Man wird sich weiter leicht überzeugen, daß dieses Erklärungsprinzip der Intervallwirkung auch die von Jost und Steffens innerhalb gewisser Grenzen bewiesene Überlegenheit jeder ausgibigeren Verteilung über jede weniger ausgibige verständlich zu machen imstande ist, so daß man des Umweges über die Jostschen und Steffensschen Sätze gar nicht erst bedarf. Daß aber dieser von mir eingeschlagene Weg, welcher die Ermüdungswirkungen aller, auch der allerersten Darbietungen zur Erklärung herbeizieht, noch immer beschritten werden darf, glaube ich teils in meinen ersten Ausführungen, teils an dieser Stelle dadurch erwiesen zu haben, daß ich die von Jost bzw. von

G. E. Müller gegen eine Herbeiziehung der Ermüdung geltend gemachten Bedenken als nicht bindend nachwies.

Es scheinen mir also, um die Ergebnisse in Kürze zu rekapitulieren, der zweite Jostsche Satz »Sind zwei Assoziationen (Dispositionen) von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so fällt die ältere in der Zeit weniger ab« und der von den bloßen Ersparniswerten auf die Dispositionsstärken selbst ausgedehnte Steffenssche Satz »Sind zwei Assoziationen (Dispositionen) von verschiedener Stärke, aber gleichem Alter, so fällt die schwächere hinsichtlich ihrer Stärke, absolut genommen, in der Zeit langsamer ab« als wertvolle Folgerungen aus dem allgemeinen Gesetz des Abfalls der Dispositionsstärke in der Zeit von selbständiger Bedeutung zu sein. Dagegen bedarf man ihrer nicht zur Erklärung der günstigeren Wirkung einer ausgibigen Verteilung gegenüber der Kumulierung, welche sich samt den sonst aufgefundenen Eigenschaften der Intervallgröße einfacher aus der Superposition der positiven und der negativen Wirkung des Intervalls und aus der innerhalb der früher bezeichneten Grenzen durch die Ermüdung beziehentlich Auffrischung bewirkten Verschiedenwertigkeit der durch verschieden große Intervalle getrennten Darbietungen erklären lassen. Dabei soll nicht unerwähnt bleiben, daß die sogenannte negative Wirkung der Zeitgröße des Intervalls insofern jene beiden Sätze einschließt, als sie ebenfalls nur eine direkte Anwendung jenes beiden Sätzen zugrundeliegenden allgemeinen Gesetzes darstellt.

Der erste Satz Josts dagegen, den dieser gewissermaßen auf Grund eines regressiven Verfahrens aus zwei Tatsachen beweisen zu können glaubte, die sich, falls er zu Recht bestände, als seine Folgen ergeben müßten, nämlich aus der günstigeren Wirkung der ausgibigeren Verteilung und aus der Möglichkeit der Statuierung jenes »psychologischen Paradoxons«, wird in seiner allgemeinen Formulierung einfach als eine zwecklos gewordene Hypothese fallen zu lassen sein, weil sich die beiden angeführten Tatsachen befriedigender auf dem von mir eingeschlagenen Wege ableiten lassen, befriedigender vor allem deshalb, weil die dazu herbeigezogenen Erklärungsgründe durchaus gesichert erscheinen, während der erste Jostsche Satz stets der Ausdruck einer jedenfalls durchaus problematischen und nach Josts Meinung anscheinend nicht weiter erklärbaren Gesetzmäßigkeit gewesen ist, worauf ich schon früher (vgl. S. 50 und 52 meiner Arbeit)

gelegentlich hingewiesen habe. Es dürfte sich aber auch kaum lohnen, diesen allgemeinen Satz in der modifizierten Form einer nur scheinbaren Gesetzmäßigkeit »Sind zwei Assoziationen (Dispositionen) von gleicher Stärke, aber verschiedenem Alter, so scheint eine Neuwiederholung für die ältere einen größeren Wert zu haben« als Ballast weiter mitzuschleppen, zumal er, wie ich gezeigt habe, unter der Voraussetzung, daß durch gleichgroße Stärkezuwüchse in Punkten gleicher Stärke das für bestimmte Zeitwerte genommene Verhältnis der Abfallstendenzen zweier Assoziationen (Dispositionen) nicht geändert wird, in dem zweiten Jostschen Satz eigentlich schon enthalten und jederzeit aus ihm herleitbar ist. Daß aber, wie ich dies auf S. 50 meiner Arbeit ausgeführt habe, innerhalb gewisser Grenzen der Satz gilt »Für eine ältere Disposition hat eine Neuwiederholung einen größeren absoluten Wert hinsichtlich der Stärkung dieser Disposition als für eine jüngere Disposition, mag die erstere nun von geringerer, gleicher oder größerer Stärke als die letztere sein«, das erklärt sich völlig aus der bei der älteren Disposition durch das Intervall bewirkten Auffrischung der Lernfähigkeit für den betr. Inhalt gegenüber der bei der Neudarbietung der jüngeren Disposition noch nachwirkenden Ermüdung, und der Satz wird trotz eines etwa vorhandenen bedeutenden Altersunterschiedes der beiden Dispositionen seine Gültigkeit verlieren, sobald die Stärkung der jüngeren Disposition erst in einem Zeitpunkte erfolgt, zu welchem jede von der Zeit ihrer Stiftung herrührende Ermüdung durch die restaurierende Wirkung des Intervalls kompensiert worden ist. In diesem und allen folgenden Zeitpunkten hat eine Neudarbietung vielmehr — von störenden Einflüssen abgesehen — für beide Dispositionen denselben dispositionsschaffenden bez. -stärkenden Wert, und es kann höchstens noch, wie oben des näheren ausgeführt worden ist, der Schein entstehen, als ob dies nicht der Fall wäre.

Was sich ferner in dem Referate, um noch einmal kurz auf dasselbe zurückzukommen, von meinen Ausführungen über die Bedeutung des Rhythmus für die Gedächtniserscheinungen angeführt findet, muß allerdings so, aus dem Zusammenhang gelöst, den Schein erwecken, als hätte ich oberflächlich über die so überaus komplizierte Frage des Rhythmus entschieden. Innerhalb jenes gegebenen Zusammenhanges aber, von dem freilich der Leser des Referats nichts erfährt,

im Rahmen des zum Teil auf experimentelle Daten gegründeten Versuches nämlich, die Gedächtniserscheinungen als in ihrem gesetzmäßigen Verlauf durch die Aufmerksamkeitsvorgänge bedingt aufzuweisen [1]), dürften jene Ausführungen wohl kaum als »Dekretierung« eines allgemeingültigen Entscheids wirken. Ebenso wie über das Fehlen jeder Notiz über meinen Versuch, die Gedächtniserscheinungen zu den Aufmerksamkeitsvorgängen in gesetzmäßige Beziehung zu setzen, darf man sich billigerweise darüber wundern, daß in jenem Referat über zwei andere Hauptpunkte meiner Arbeit geschwiegen wird, nämlich über die von mir erhobenen und besonders eingehend begründeten Einwendungen gegen eine Verwendung der Wiederholungszahl als eines Maßes der Gedächtnisleistung innerhalb der Ersparnismethode wie auch über den von mir ganz allgemein unternommenen Versuch einer Herausarbeitung der Vorteile der Wiedererkennungsmethode als solcher gegenüber den Methoden der selbständigen Reproduktion, auf den ich ja im Eingang dieser Bemerkungen noch einmal zurückgekommen bin. Jenes Referat ist daher trotz seines Umfanges als sehr lückenhaft zu bezeichnen, was um so mehr überraschen muß, als in demselben verhältnismäßig viel Worte auf die Erörterung von Dingen verwendet worden sind, welche für ein psychologisches Publikum wohl kaum von Interesse sein dürften.

Was die von mir gegebene Bibliographie der Gedächtnisliteratur betrifft, sei mir schließlich noch die Bemerkung gestattet, daß von den Arbeiten W. G. Smiths gerade die eine »The Place of Repetition in Memory« (Psych. Rev. 3, 21) deshalb genannt worden ist, weil ich in meiner Arbeit wiederholt auf dieselbe Bezug genommen habe. Die andere Abhandlung dagegen, »The Relation of Attention to Memory« (Mind, N. S. 4, 47), die G. E. Müller zu vermissen scheint, findet sich in der von Kennedy gegebenen Bibliographie, auf die ich aus-

[1]) Im Arch. f. d. ges. Psychol. VII, 1 und 2, Literaturbericht S. 9 bezeichnet es J. Watt als eine Inkonsequenz meinerseits, daß ich erst zwar die Zeit als Maß der Gedächtnisleistung kritisiert, später aber trotzdem den Versuch unternommen habe, eine Abhängigkeitsbeziehung zwischen der absoluten Menge des Behaltenen und der Apperzeptionszeit aufzuzeigen. Ich sehe nicht ein, inwiefern eines das andere ausschließen soll. Kann doch sehr wohl eine Abhängigkeitsbeziehung dieser Art bestehen, ohne daß darum die Zeit als Gedächtnismaß verwendbar wird, was Proportionalität von Leistung und Zeitaufwand — also eine ganz spezielle Art von Abhängigkeit — voraussetzen würde.

drücklich als auf eine Ergänzung der meinigen verwiesen habe. Die andern beiden Abhandlungen von W. G. Smith aber, »Zur Frage der mittelbaren Assoziation«, Leipzig 1894, und »Mediate Association« (Mind 1894), habe ich ebenfalls mit Absicht nicht aufgeführt, weil ich sie der Literatur der Assoziationspsychologie zurechne, die ich wiederum ausdrücklich aus meiner Bibliographie ausgeschieden habe. Schließlich darf ich darauf hinweisen, daß ich mit den Worten: »Leider dürfen wir bei dem Umfang des Materials nicht hoffen, eine ganz vollständige Bibliographie zu bieten« selbst auf den Anspruch verzichtet habe, eine durchaus lückenlose Anführung der einschlägigen Literatur zu bieten.

Kleine Mitteilungen.

Ist Schwarz eine Empfindung?

Unter diesem Titel veröffentlicht James Ward in dem »British Journal of Psychology« (Vol. I, part 4, p. 407ff.) einen Artikel, in welchem er die geschichtliche Entwicklung behandelt, die der Begriff der »Schwarzempfindung« in der neueren Psychologie durchgemacht hat, von der Zeit an, wo Schwarz im Sinne der noch heute verbreiteten populären Vorstellung überhaupt als keine Empfindung galt, bis zu den modernen Anschauungen, die sämtlich das Schwarz irgendwie in das System der positiven Lichtempfindungen einzureihen bemüht sind. Ich habe keinen Anlaß, hier auf die eigenen Ansichten von James Ward, die auf den Versuch einer Rekonstruktion der populären Meinung von der Nichtexistenz einer Schwarzempfindung hinauslaufen, hier näher einzugehen, und lasse auch die sonstigen Teile seines historischen Referates auf sich beruhen. Nur dem Teil desselben, der meine eigenen Arbeiten über den Gegenstand betrifft, möchte ich einige Worte widmen. Nach James Ward habe ich zuerst die Empfindungen Weiß-Grau-Schwarz als eine reine Intensitätsreihe aufgefaßt, dann diese Position aufgegeben und Weiß und Schwarz als Gegensätze betrachtet, endlich noch einmal meine Ansicht gewechselt usw., und alles das, ohne dem Leser jemals Rechenschaft über die Gründe solch unbegreiflicher Gesinnungsänderung zu geben, — meiner Gewohnheit gemäß (»more suo«), wie James Ward hinzufügt. Ich gedenke nun nicht, das Wirrsal sprachlicher und sachlicher Mißverständnisse aufzuklären, auf Grund dessen James Ward seinen Bericht abgefaßt hat. Ich beschränke mich darauf, hier kurz die Geschichte zu erzählen, wie sie wirklich gewesen ist. Wenn übrigens Ward, wie ich aus dem mißbilligenden »more suo« schließen möchte, mit manchen Philosophen der Meinung sein sollte, es zieme sich auch für einen Psychologen, die Standhaftigkeit seines Charakters darin zu betätigen, daß er an seinen einmal gefaßten Meinungen festhält, was auch sonst in der Wissenschaft sich ereignen mag, so kann ich allerdings diese Meinung nicht teilen. Ich lasse mich gern, wo es immer geschehen kann, durch neue Tatsachen eines Besseren belehren, und ich habe es mir mein Leben lang zum Grundsatze gemacht, dem Neuen, wo es gute Gründe für sich geltend zu machen weiß, ebensowenig mein Ohr zu verschließen, wie ich hergebrachte Überzeugungen deshalb für unumstößlich halte, weil sie von aller Welt geteilt werden.

Ich muß es also auch über mich ergehen lassen, wenn James Ward und andere Philosophen es mir zum Vorwurfe machen, daß ich im Jahre 1905 nicht mehr in allen Stücken derselben Meinung bin, der ich vor dreißig oder 40 Jahren gewesen bin. Zufällig verhält es sich jedoch im vorliegenden Falle anders, so daß, von wenigen Punkten abgesehen, in der Tat heute noch meine Anschauungen über das Wesen der Licht- und Farbenempfindungen die nämlichen sind, wie in den Jahren 1873 und 1874, als die erste Auflage der »Grundzüge der physiologischen Psychologie« ausgegeben wurde.

Ich darf wohl hier darauf hinweisen, daß beim Erscheinen der die Lichtempfindungen behandelnden ersten Hälfte des genannten Werkes die Heringsche Theorie noch nicht existierte. Erst in den folgenden Jahren publizierte Hering seine hierher gehörigen Arbeiten »zur Lehre vom Lichtsinn«. Die Position, die ich in jenem Werke einnahm, war aber die folgende: die damals allein zur Diskussion stehende Young-Helmholtzsche Dreifarbentheorie lehnte ich ab, weil sie mit dem sonst überall bewährten Grundsatze des Parallelismus der Empfindungs- und der physiologischen Erregungsvorgänge im Widerspruch stehe, und weil sich die Erscheinungen der partiellen Farbenblindheit, auf die man damals einen entscheidenden Wert legte, leicht auch anders deuten ließen. Im Anschlusse daran entwickelte ich dann die Grundzüge derjenigen Farbentheorie, die ich später den Drei- und Vierkomponententheorien gegenüber die »Stufentheorie« genannt habe, und an der ich für die Farben auch heute noch festhalte. Die farblosen Empfindungen führte ich dagegen damals noch, übereinstimmend mit den verbreiteten Anschauungen, auf einen spezifischen Reizungsvorgang zurück, der aus dem Zusammenwirken entgegengesetzter Farbenerregungen eines oder mehrerer Komplementärfarbenpaare entspringe, und ich betrachtete Schwarz und Weiß mit ihren grauen Zwischenstufen als eine reine Intensitätsreihe dieser spezifischen Helligkeitsempfindungen. Als im Jahre 1880 die zweite Auflage der »Grundzüge« erschien, war indessen Herings Farbentheorie ans Licht getreten und hatte vielen Beifall, namentlich im Kreise der Ophthalmologen, gefunden. Ich machte dann gegen die Theorie der vier Hauptfarben dieselben Einwände geltend, an denen ich noch heute festhalte, nur daß in den späteren Auflagen weitere, besonders den indessen gesammelten reicheren Erfahrungen über die Farbenblindheit entnommene, hinzugekommen sind. Dagegen erkannte ich an, daß die Auffassung des Farblosen als einer resultierenden Empfindung unzulänglich ist, daß vielmehr die schwarz-weiße Reihe, wie sie Hering nannte, eine selbständige Qualitätenreihe, und die Aufhebung der Komplementärfarben zu Weiß oder Grau nicht sowohl als eine Resultante denn als ein Restphänomen aufzufassen sei, indem man anzunehmen habe, daß die Empfindung des Farblosen je nach der Intensität als Weiß, Grau oder Schwarz auch alle Farbenempfindungen begleite (2. Aufl. S. 453, 461). Aber ich erhob Einspruch dagegen, daß nunmehr, wie es in der Heringschen Theorie geschah, das Verhältnis von Schwarz und Weiß mit dem der Kontrastfarben zu einander auf gleiche Linie gestellt, und daß also jenes Verhältnis, ebenso wie hier, als ein rein qualitatives aufgefaßt werde. Vielmehr

betonte ich, daß Schwarz und Weiß zugleich maximale Unterschiede der Intensität der Empfindung sind. Dies führte zu der Hervorhebung des Satzes, der im Grunde stillschweigend schon in allen dreidimensionalen Konstruktionen des Systems der Lichtempfindungen ausgesprochen liegt, daß im Gebiet dieser Empfindungen jede Intensitätsänderung einer gegebenen Farbenebenso wie der farblosen Empfindung zugleich mit einer Qualitätsänderung verbunden ist. Der weiteren Auseinandersetzung dieses Punktes, sowie dem Versuch, die Bevorzugung der sogenannten Hauptfarben auf bestimmte psychologische Momente zurückzuführen, ist hauptsächlich die Abhandlung über »die Empfindung des Lichts und der Farben« in Bd. 4 der Philosophischen Studien vom Jahre 1888 gewidmet. Neu hinzugekommen ist in ihr neben der erwähnten Ableitung der Hauptfarben aus gewissen in der Natur verbreiteten Färbungen und aus dem Gefühlsausdruck anderer der Hinweis darauf, daß Schwarz und Weiß nicht nur mit dem Verhältnis von Gelb und Blau, sondern auch mit dem solcher subjektiver Kontraste wie Kalt und Warm unvergleichbar seien. Denn die letzteren gehen durch eine empfindungslose Indifferenzzone ineinander über, während das Grau uns subjektiv als eine positive Zwischenempfindung zwischen Weiß und Schwarz erscheint, so daß wir die farblosen Empfindungen als ein Mischsystem aus zwei Qualitäten, Schwarz und Weiß, auffassen können. Dabei sind aber die einzelnen Qualitäten dieses Systems immer zugleich Intensitätsstufen der Empfindung, gemäß dem oben hervorgehobenen Satze vom Zusammenhang der Intensitäts- und Qualitätsänderungen in diesem Empfindungssystem (S. 367). Ich habe dann weiterhin ausgeführt, daß jenem Verhalten der reinen Helligkeitsempfindungen die Voraussetzung eines dauernden, alle sonstigen Erregungsvorgänge begleitenden und bei ihrem Wegfall allein zurückbleibenden Prozesses der Schwarzempfindung entspreche, welcher Prozeß ebensowohl über den stetigen Übergang des Schwarz durch Grau in Weiß wie über den Übergang aller Farbenempfindungen bei abnehmender Lichtstärke in Schwarz Rechenschaft gebe. Wenn wir trotzdem geneigt seien, Weiß und Schwarz nicht als Abstufungen einer zwischen zwei größten Unterschieden der Komponenten abgestuften Empfindungsreihe, sondern als Gegensätze anzusehen, so glaubte ich, dies, ebenso wie andere sogenannte Kontraste der Empfindungen, z. B. die von Kalt und Warm, nicht auf die Empfindungen als solche, sondern auf die Gefühlskontraste zurückführen zu sollen, die an diese qualitativen Empfindungsunterschiede gebunden sind (S. 381f.). Das sind in allen wesentlichen Punkten die Anschauungen, die ich noch heute vertrete, und denen ich noch jüngst in der 5. Aufl. der Physiolog. Psychologie nur einige nebensächliche ergänzende Zusätze beigefügt habe. So ist hier insbesondere bemerkt, jener dauernde Prozeß der Schwarzerregung lasse sich wohl im Einklang mit anderen neurophysiologischen Erfahrungen als ein Hemmungs- oder Restitutionsprozeß auffassen, um verständlich zu machen, wie er sowohl jede beliebige Lichtreizung begleite als auch nach dieser in der Netzhaut andaure, um nun im letzteren Fall in der entsprechenden Schwarzempfindung zum Ausdruck zu kommen (Physiol. Psychol. [5] II, S. 242f.).

Demnach habe ich 1) in bezug auf die Farbenempfindungen bis heute

in allen meinen Arbeiten über diesen Gegenstand die gleichen Anschauungen vertreten, die ich vor dem Erscheinen von Herings Farbentheorie dargelegt hatte. 2) In bezug auf die Reihe der reinen Helligkeits- oder der schwarz-weißen Empfindungsreihe hielt ich mich in der 1. Aufl. der Physiolog. Psychologie allerdings noch im wesentlichen an die ältere Intensitätsauffassung, und ich bekenne gern, daß ich hauptsächlich durch Herings Arbeiten darauf aufmerksam wurde, daß alle Erscheinungen dazu drängen, in diesen ein System von Empfindungen zu sehen, bei dem Intensitäts- und Qualitätsänderungen aneinander gebunden sind, und von dem aus sich dann diese Abhängigkeit auch auf das System der Farbenempfindungen überträgt. An dieser Anschauung, welche eingehend zuerst in der Abhandlung »über die Empfindung des Lichts und der Farben« dargelegt wurde, habe ich dann unverändert bis heute festgehalten. Wenn James Ward es, wie es scheint, für einen inneren Widerspruch hält, daß in einem Empfindungssystem eine Intensitätsänderung zugleich eine Qualitätsänderung bedeutet, so kann ich dem nur entgegenhalten, daß ich in diesem wie in andern Fällen die Erfahrung selbst und nicht das willkürlich fixierte Verhältnis der aus ihr abstrahierten Begriffe für maßgebend halte, ebensowenig wie ich in dem Umstand, daß sich die Tonempfindungen wesentlich anders verhalten, irgendeine Gegeninstanz erblicken kann. Für den Lichtsinn ist die Gebundenheit der Intensitäts- an Qualitätsunterschiede und umgekehrt jedenfalls eine Tatsache, auf die, wie gesagt, unausgesprochen schon in den alten Versuchen, das System der Lichtempfindungen in einem dreidimensionalen geometrischen Gebilde darzustellen, von Lamberts Farbenpyramide an bis auf die neuesten Konstruktionen, hingewiesen ist.

Auf Wards eigene Ansichten näher einzugehen, verzichte ich nun um so mehr, weil sie sich im wesentlichen, analog wie in der Frage nach der Beziehung der Intensitäts- zur Qualitätsänderung, nur auf dem Boden begrifflicher Betrachtungen bewegen. Nur eine Frage, zu der diese Erörterungen herausfordern, möchte ich nicht unterdrücken. Wenn Schwarz keine Empfindung, sondern die Abwesenheit einer Empfindung ist, wie kommt es dann, daß das Sehfeld total Erblindeter, solcher, deren Netzhäute vollständig zerstört sind, nicht schwarz ist? Wie man von Personen dieser Art, die sich eine Erinnerung an frühere Lichtempfindungen bewahrt haben, und die gebildet genug sind, um über ihre Selbstbeobachtungen Rechenschaft geben zu können, leicht erkunden kann, sind sie zwar meist noch einzelner farbiger wie farbloser Erinnerungsbilder fähig. Aber wo diese fehlen, da ist ihr Sehfeld weder weiß noch schwarz, sondern sie sehen in ihm die Dinge genau so, wie wir die Dinge sehen, die hinter unserem Rücken liegen, nämlich gar nicht, obgleich ja auch wir mit einigem Zwang Erinnerungsbilder nach rückwärts verlegen können. Wenn man also von der dauernden »Nacht« der Blinden redet, so ist dieser Ausdruck eigentlich falsch, ähnlich wie so manche andere populäre Meinung, z. B. die, daß Schwarz keine Empfindung sei, falsch ist. Schwarzempfinden und Nichtempfinden ist zweierlei, das lehren uns die Blinden ebenso, wie wir es im Grunde schon aus der Beobachtung unseres eigenen blinden Flecks lernen können, obgleich im letzteren Fall die Erscheinungen durch andere

Einflüsse, ähnlich wie bei den Blinden, die früher gesehen haben, eventuell durch Erinnerungsbilder, kompliziert werden.

W. Wundt.

Einfluß der Bewegungsrichtung auf den Lokalisationsfehler

von C. Spearman.

Mit drei Figuren im Text.

Im letzten Band dieser Studien, in meinem Aufsatz über »Die Normaltäuschungen in der Lagewahrnehmung« (S. 429), befindet sich die Mitteilung, daß, wenn eine Versuchsperson auf die Lage eines Hautreizes von oben hinzudeuten versucht, ihr Fehler durch die Ausgangsrichtung der hindeutenden Hand beeinflußt wird[1]). Wenn man die mittlere Lokalisation bei jeder einzelnen Ausgangsrichtung mit der gesamten mittleren Lokalisation verglich, so fand sich bei den meisten Personen eine Neigung, jedesmal nach dem Ausgangspunkte hin zurückzubleiben;

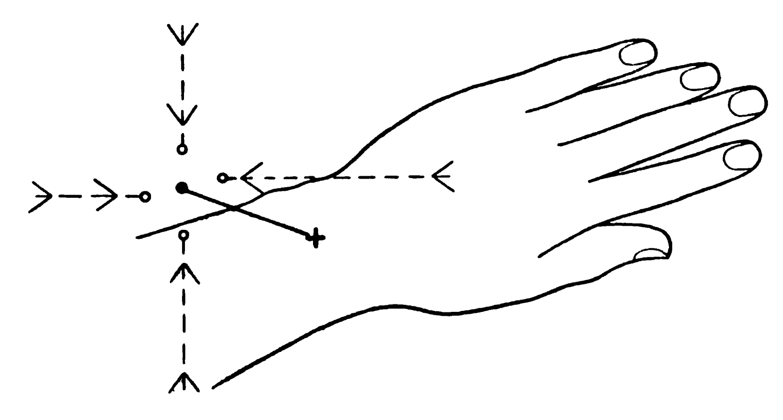


Fig. 1.

bei den wenigen Personen dagegen, wo dies nicht zutraf, war eine, allerdings weniger ausgeprägte, Neigung vorhanden, jedesmal zu weit vorzudringen. Dieses Phänomen hoffe ich jetzt durch folgende Figuren anschaulicher zu machen, wo

+ die wirkliche Reizstelle,
○ die mittlere Lokalisation bei einer einzelnen Ausgangsrichtung
● die gesamte mittlere Lokalisation,

darstellt.

---

[1]) Ich erinnere daran, daß die gereizte Hautfläche durch einen großen horizontalen, unmittelbar darüberliegenden Schirm völlig verdeckt war.

Fig. 1 und 2 stellen die Ergebnisse bei zwei (von den vier) Beobachtern dar, welche geneigt waren, zurückzubleiben; in beiden Fällen ist der Einfluß der Ausgangsrichtungen offenbar fast identisch ausgefallen,

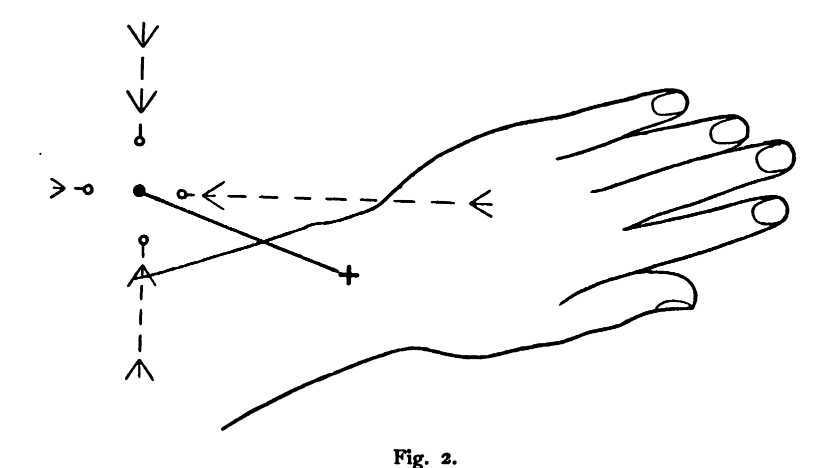


Fig. 2.

trotzdem daß die mittlere Größe der Täuschung in bezug auf die wirkliche Reizstelle sehr verschieden war. Fig. 3 gibt die Ergebnisse bei

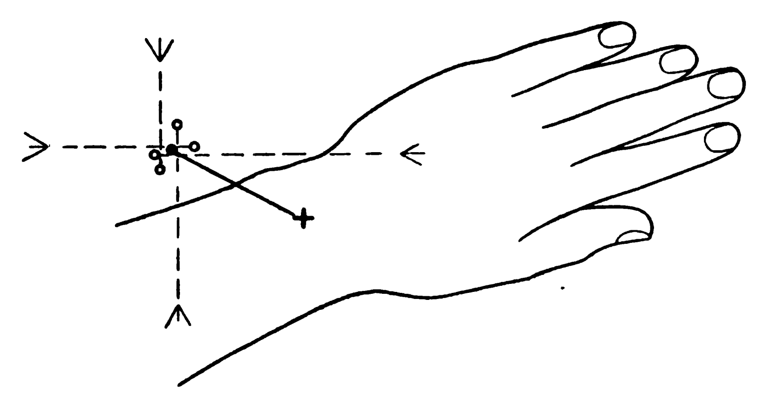


Fig. 3.

einem von den zwei Beobachtern wieder, welche zu weit vordrangen. Ich erinnere daran, daß alle diese Beobachter fest überzeugt waren, daß die Ausgangsrichtung keine konstante Tendenz hervorzubringen vermöchte, da ja die lokalisierende Hand, »einmal an der scheinbaren Region der Reizung angelangt, zur näheren Ortsbestimmung derselben überall bequem (auf dem Schirme) herumtasten durfte«. Dagegen glaubten sie

gern, daß die Lokalisationsschärfe[1]) sich bei den weniger gebräuchlichen Richtungen etwas abstumpfen könnte, da »das erste instinktmäßige Herankommen der Hand etwas an Sicherheit zu verlieren scheine«; objektiv jedoch war kein Unterschied in dieser Hinsicht zwischen irgend welchen der Ausgangsrichtungen zu spüren.

Diese Ergebnisse werfen, wie ich meine, ein gewisses Licht auch auf manche andere psychologische Vorgänge. Zunächst empfängt man wieder einmal eine Mahnung zur Vorsicht, wenn man Schwellenwerte miteinander zu vergleichen hat, welche von verschiedenen Individuen herrühren.

---

[1]) Wie sie durch den variabeln Fehler gemessen wird.

Berichtigung

sinnstörender Fehler im Artikel »Die Normaltäuschungen in der Lagewahrnehmung« in Heft 5/6 der psychologischen Studien, B. I:

S. 420, Z. 9—10. Statt »vermeinten« lies »verneinten«.

S. 493, Z. 26. Statt »$sin\left(\frac{n}{2} R\right)$« lies »$sin\left(\frac{\pi}{2} R\right)$«.



Über Tiefenlokalisation von Doppelbildern.

Von

Richard Arwed Pfeifer.

Mit 8 Figuren im Text.

1. Kapitel.

Historische Übersicht.

§ 1.

Als wir an unsere Arbeit herantraten, konnten wir nicht erwarten, die ersten zu sein, die die Tiefenlokalisation der Doppelbilder zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung machten. Es sind in der Tat früher bereits nicht allein Beobachtungen angestellt, sondern auch experimentelle Veranstaltungen getroffen worden, um den Ort der Doppelbilder näher zu bestimmen. Bevor wir mit der Darlegung unserer eigenen Untersuchungen beginnen, sei es daher gestattet, kurz anzugeben, inwieweit die Lösung des Problems in früheren Zeiten versucht worden ist. Ihre Aufgabe wird eine solche historische Übersicht weniger in Lückenlosigkeit als vielmehr darin zu suchen haben, daß aller jener Forscher gedacht wird, die durch Originalität in ihren Beobachtungen, Versuchsmethoden oder Erklärungsweisen einen Beitrag zur Geschichte des Problems der Tiefenlokalisation von Doppelbildern geliefert haben.

§ 2.

Die ersten Angaben über die Tiefenlokalisation der Doppelbilder finden sich bei einem Zeitgenossen Keplers, dem Jesuitenpater Aguilonius (1) von Antwerpen. Durch ihn wird der Begriff des Horopters in die Wissenschaft eingeführt. Als Horopter bezeichnet

Aguilonius eine parallel zur Angesichtsfläche durch den jeweils fixierten Punkt gehende gerade Linie oder Fläche, in welcher alle gesehenen Dinge ihren scheinbaren Ort haben. Der Horopter selbst kann nun zwar nicht wahrgenommen werden, aber wir können uns, wie Aguilonius betont, der Annahme eines solchen als Erklärungsprinzips in gleicher Weise bedienen, wie etwa die Astronomen Hypothesen aufstellen, um ihre Beobachtungen in ursächlichen Zusammenhang zu bringen.

1. Das subjektive Sehfeld entsteht durch bipolare Projektion aller gesehenen Dinge in den Horopter mittels Strahlenbüschel, die von beiden Augen ausgehend gedacht werden. Das Doppeltsehen findet darin seine Erklärung. »Primo quidem efficax hujus rei argumentum est, quod nisi statuamus omnia in horoptere videri, nulla idonea causa reddi possit, ob quam certa oculorum dispositione res quaedam geminae conspiciuntur«[1]. In der Tat ist leicht zu ersehen, daß der Bipolarität der Projektion zufolge nur die im Horopter selbst gelegenen Dinge eine einfache Projektion ergeben können, während sich alle vor und hinter diesem befindlichen Gegenstände in das durch den Horopter gegebene Sehfeld gekreuzt und ungekreuzt doppelt eintragen müssen.

2. Die von Aguilonius als radii optici bezeichneten Projektionslinien sind identisch mit der Richtung, in der die Dinge gesehen werden; wo, d. h. in welcher Tiefe die Gegenstände in dieser Richtung im Raum erscheinen, bleibt durch den radius opticus an sich noch unbestimmt. Die Beobachtung lehrt nun nicht allein Fälle kennen, in denen die Sehrichtung durch das Objekt hindurch und darüber hinaus bis zu einer gewissen Grenze hin verfolgt wird (gekreuzte Doppelbilder), sondern auch solche, in denen die monokularen Sehrichtungslinien abzubrechen scheinen, noch bevor sie sich im Objekt kreuzen können (ungekreuzte Doppelbilder). Die Tatsachen nötigen zu der Annahme, daß die radii optici in einer ganz bestimmten Tiefe eine energische Abgrenzung erfahren müssen, wodurch dann gleichzeitig innerhalb der Sehrichtung den Dingen ein Tiefenort angewiesen wird. Als jene Grenze (ὅρος), »quae visum finit ac terminat«, muß aber der Horopter gedacht werden. »Nusquam vero commodius ac etiam verius apparens rei locus statui potest quam in horoptere citra vel ultra

---

[1]) l. c. lib. II, 148f.

quem nihil reperiri est, quod radium opticum ab oculo per rem extensum definiat.«

3. Gestalt und Lage des Horopters kann auch erschlossen werden aus jenem Experiment, nach welchem zwei in die Sehachsen gehaltene Objekte ein dreifaches Bild ergeben: »Cum enim duae res in axibus opticis constitutae tribus numerantur locis tum tres apparentes phantasiae in rectam lineam, illi quae centra visuum connectit parällelam, dispositae conspiciuntur. At mediam constat in horopterem transfundi eo scilicet loco ubi inter se axes committuntur. Igitur et reliquae (phantasiae) in eodem horoptere apparentem locum habent: is quippe per axium concursum mediamque phantasiam incedit.« Es ist danach unzweifelhaft gewiß, daß, nach der Anschauung des Aguilonius, die Doppelbilder ihren scheinbaren Ort im Horopter haben, d. h. in der Tiefe des Fixationspunktes gesehen werden.

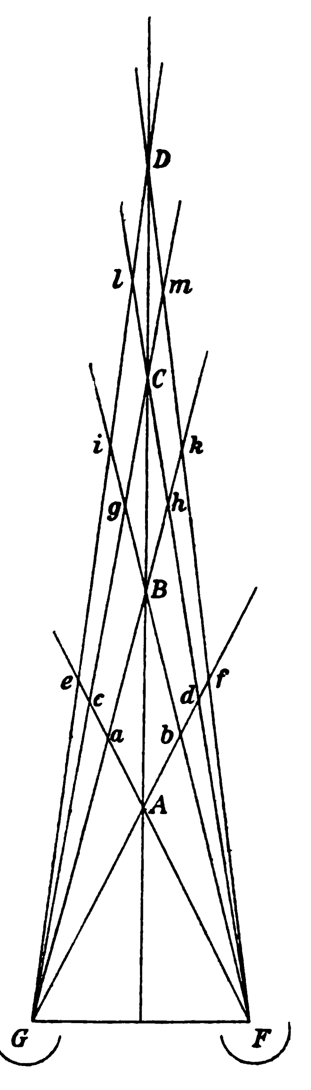


Fig. 1.

Bei Schulz (1816) (39) finden wir ein Schema (vgl. Fig. 1) angegeben, welches als ein Versuch bezeichnet werden kann, die Lage der Doppelbilder allein aus der relativen Lage ihrer Netzhautbildchen und der Projektion nach Richtungslinien zu erklären. Durch die Lage des Netzhautbildes ist zunächst die Sehrichtung der Dinge bestimmt. Der Sehort innerhalb dieser Richtung ist gegeben durch die Schnittpunkte der Richtungslinien des einen Auges mit der Hauptrichtungslinie (Sehachse) des andern Auges. Sind *G* und *F* die beiden Augen und *A*, *B*, *C*, *D* Stäbchen oder Lichtkerzen, die in der Medianebene Aufstellung gefunden haben, so zeigt sich, wenn *A* fixiert wird:

A für *G* in *A* und für *F* in *A*,
B » » » *a* » » » » *b*,
C » » » *c* » » » » *d*,
D » » » *e* » » » » *f*;

wenn *C* fixiert wird:

A für *G* in *d* und für *F* in *c*,
B » » » *h* » » » » *g*,
C » » » *C* » » » » *C*,
D » » » *l* » » » » *m* usw. usw.

Die Doppelerscheinungen sind gleichzeitig von einer scheinbaren Vergrößerung und Aufhellung des Objekts begleitet, die für gekreuzte Doppelbilder in dem Verhältnis mäßiger ist, als die scheinbare Verrückung des Ortes für gekreuzte Doppelbilder einen geringeren Betrag aufzeigt als für ungekreuzte. Von der Richtigkeit dieser Angaben soll man sich, wie Schulz auffordert, durch eigene Beobachtung überzeugen.

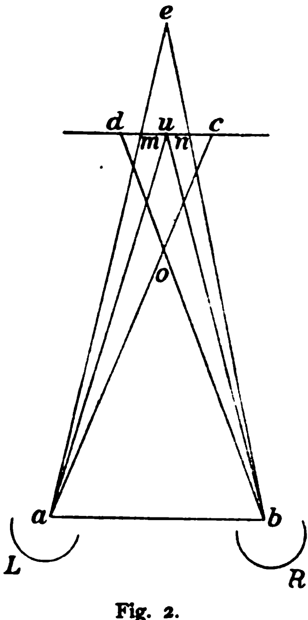


Fig. 2.

Johannes Müller (1826) (33) ist hinsichtlich der Tiefenlokalisation der Doppelbilder ganz befangen in der Anschauung des Aguilonius. »Wenn (vgl. Fig. 2) der Durchkreuzungspunkt der Sehachsen in *u*, die Gegenstände in *e* und *o*, so muß, da alle Bilder in der Ebene des Dekussationspunktes der Achsen scheinbar sind, *o* für *a* in *c*, für *b* in *d*, *e* für *a* in *m*, für *b* in *n* erscheinen.« (S. 185)[1]).

J. Müller geht aber nun weiter und setzt die Doppelbilder nicht nur in Beziehung zum Fixationspunkt, sondern auch zu dem in Doppelbilder zerfällten Objekt. Er statuiert funktionelle Abhängigkeiten zwischen dem gegenseitigen Abstand, den die Halbbilder eines Doppelbildes in der Tiefe des Fixationspunktes haben, einerseits und der Entfernung des doppelt gesehenen Objektes vom Fixationspunkt

[1]) Jene Ebene des Dekussationspunktes der Sehachsen (Horopter des Aguilonius) heißt bei Müller nicht mehr Horopter; als solcher wird vielmehr der scheinbare Ort aller binokular einfach gesehenen Dinge definiert.

oder dem Beobachter anderseits. »Ist die Entfernung eines Gegenstandes gleichbleibend, die Entfernung des Konvergenzpunktes der Sehachsen von dem Auge abnehmend, so wächst die scheinbare (laterale) Entfernung der Doppelbilder des Gegenstandes im Verhältnis der Summe der Sehwinkel, unter welchem jedes Auge den Gegenstand von der Sehachse entfernt sieht. In gleichem Verhältnis wächst die scheinbare (laterale) Entfernung der Doppelbilder, wenn bei gleich bleibender Entfernung des Konvergenzpunktes die Entfernung des Gegenstandes vom Auge wächst.«

Dieses Setzen von Abhängigkeiten, so knüpft nun Meißner (1854) (31) an Joh. Müller an, ist das einzige, was durch das Verlegen der Doppelbilder in den Horopter für die Raumauffassung geleistet werden kann. Aus dem gegenseitigen Abstand der Doppelbilder kann man günstigstenfalls auf die Entfernung des doppelt gesehenen Objektes schließen; die Doppelbilder selbst aber haben weder im Horopter ihren wirklichen Ort, noch irgendwo anders: die Doppelbilder haben gar keinen Ort. »Ein Doppelbild ist eine allein durch ein Auge vermittelte Wahrnehmung. Nennen wir ‚Ort' die Lokalisation eines Eindruckes nach drei Dimensionen, so haben die Doppelbilder gar keinen Ort; denn alle qualitativen Eindrücke, zu denen die Erregung nur eines Auges Veranlassung ist, sind in der Vorstellung nicht mit einem Tiefenwert ausgestattet. Jedes Doppelbild hat einen Breiten- und Höhenwert, aber dies sind seine einzigen räumlichen Beziehungen. Handelt es sich nun darum, diesen Breiten- und Höhenwert zu bestimmen, so heißt das nichts anderes als dem Doppelbild einen Ort, den scheinbaren Ort, in der Horopterfläche anweisen. Jene beiden Werte sind (laterale) Beziehungen zu dem fixierten Punkt in der Horopterfläche, und es ist daher vollkommen richtig, um den Ort der Doppelbilder voneinander zu messen, den Ort derselben dort anzunehmen, wo die Richtungslinien den Horopter schneiden; einen wahren Ort haben die Doppelbilder nicht, sondern nur einen scheinbaren, und ein scheinbarer Ort bezieht sich eben stets auf die jeweilige Horopterfläche.«

Einen ganz eigenartigen Ausbau hat die Theorie des Aguilonius, nach welcher die Doppelbilder ihren Ort in einer Projektionsebene (Horopter) haben, durch Albrecht Nagel (1861) (34) erfahren. Zwei durch den Fixationspunkt gehende Kugelflächen, deren Zentren die

Kreuzungspunkte der Visierlinien sind, werden von ihm als die Flächen bezeichnet, auf welche im allgemeinen die Doppelbilder projiziert werden. »*L* und *R* (vgl. Fig. 3) seien die Kreuzungspunkte der Visierlinien der beiden Augen. *b a c* ist der Durchschnitt der Projektionssphäre des rechten, *d a e* der des linken Auges; beide schneiden sich im Fixationspunkt *a*. Der jenseits der Projektionssphäre liegende Punkt *m* wird, falls Einfachsehen am wahren Ort irgendwie verhindert, vom linken Auge in *m'* gesehen, wo die Projektionslinie des Punktes die diesem Auge zugehörige Projektionssphäre trifft; das rechte Auge verlegt das Bild desselben Punktes nach *m''*.... *m'* und *m''* sind die scheinbaren oder, richtiger ausgedrückt, die vorgestellten oder wahr-

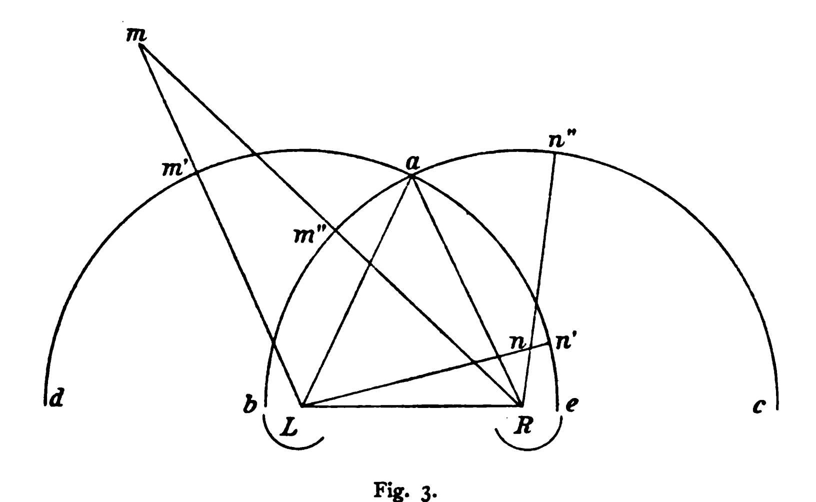


Fig. 3.

genommenen Orte der Doppelbilder; die Länge einer Linie, welche beide verbindet, würde den Abstand der Doppelbilder bezeichnen. Der diesseits der Projektionssphären gelegene Punkt *n* wird vom linken Auge in *n'*, vom rechten in *n''* gesehen.« *n* gibt also gekreuzte Doppelbilder, während *m* ungekreuzte ergab. Für sehr große Entfernungen kann man sich die beiden Projektionssphären ersetzt denken durch eine einzige ellipsoidische oder kugelförmige, deren Mittelpunkt im Halbierungspunkte der Basaldistanz liegt (Himmelsgewölbe). Wie **Aguilonius**, so beruft sich auch **Nagel** in der Begründung seiner Lehre darauf, daß eine große Anzahl ihm bekannter Tatsachen,

von denen er eine ganze Reihe auch aufführt, seine Theorie gerechtfertigt erscheinen lasse [1]).

In den Jahren 1862—68 veröffentlichte nun Ewald Hering eine Reihe epochemachender Schriften, in denen er sein Theorem vom »Ortssinn der Netzhaut« entwickelt und im engen Anschluß hieran das »Gesetz der identischen Sehrichtungen« aufstellt. Es bildet dabei eine wichtige Stütze für die auf diesen Grundlagen basierende Theorie des Sehens, daß sich ihr nach Hering auch die Phänomene des Doppeltsehens widerspruchslos einreihen. Die Anhänger der bis dahin im allgemeinen maßgebenden »Projektionstheorie« stellt Hering geradezu vor die Alternative, entweder ausreichenden Aufschluß über die Lokalisation der Doppelbilder zu geben oder aber zu bekennen, daß die Theorie für ein ganzes Gebiet von Tatsachen unzulänglich sei. Alle bisherigen Versuche, den Ort der Doppelbilder aus der Projektion nach Richtungslinien zu erklären, involvieren große Irrtümer. Der Theorie Nagels stellt Hering eine Menge Tatsachen gegenüber, die dem Schema der Projektionssphären direkt widersprechen; aber auch gegen die Lokalisation der Doppelbilder innerhalb einer ebenen Fläche in der Tiefe des Fixationspunktes, wie es die Anschauung der älteren Physiologen war, lassen sich gewichtige Gründe anführen:

1. »Halte ich einen Finger in einer Entfernung von 1 Fuß vors Gesicht und dahinter ein beliebiges Objekt, welches fixiert und langsam weiter entfernt wird, so zerfällt der Finger in Doppelbilder, die nicht etwa mit dem fixierten Objekt in immer größere Ferne rücken, sondern lediglich ihre seitliche Distanz vergrößern, während der Fixationspunkt entfernt wird« (17) [2]).

2. »Das Bild des Fingers liegt in dem einen Auge da, wo im andern die Wand abgebildet ist; beide Bilder erscheinen deshalb in einer und derselben Richtung, aber nicht auch an demselben Orte, sondern werden in verschiedener Entfernung gesehen, nicht bloß gedacht; denn ein auf die betreffende Wand gezeichneter Finger, der ein gleich großes Netzhautbild wie der wirkliche Finger gibt, erscheint riesengroß, wenngleich die Augenstellung und überhaupt alle andern

---

[1]) l. c. 99f.

[2]) l. c. 46.

Verhältnisse die nämlichen sind. Liegt der Fixationspunkt dem Gesicht nahe, so erscheint ein auf Papier gezeichneter Finger, den man in die Entfernung des Fixationspunktes bringt und sich genau auf derselben Netzhautstelle abbildet, die zuvor der wirkliche Finger einnahm, höchst winzig — Beweis genug, daß der Finger wirklich ferner gesehen wird, als der Fixationspunkt« (17)[1].

3. »Man halte einen Finger 8 Zoll entfernt vor das Gesicht und einen andern 24 Zoll entfernt, zwischen beiden ein beliebiges Fixationsobjekt, so wird man von beiden Fingern Doppelbilder erhalten, die soweit vom Gesicht entfernt erscheinen als die wirklichen Finger, wenn man sie fixiert. Dies geht schon daraus notwendig hervor, daß beim Schließen des einen Auges und dauernder Fixation des erwähnten Objektes die dem offenen Auge zugehörigen Doppelbilder in ziemlich richtiger Distanz vor und hinter dem Fixationspunkt und keineswegs in gleicher Ferne mit ihm gesehen werden« (16)[2].

4. Herings Fallversuch: Der Beobachter blickt durch eine Röhre, die die Wahrnehmung der seitlich gelegenen Objekte verhindert, nach einem bestimmten Fixationspunkt. Läßt man nun bald vor, bald hinter dem Fixationspunkt ein Kügelchen durch das Sehfeld fallen, so unterscheidet das normale Doppelauge deutlich das »Davor« von dem »Dahinter« und hat sogar eine annähernde Vorstellung von der absoluten Distanz der Fallbahnen vom Fixationspunkt (18)[3].

Die angeführten Versuche beweisen für Hering, daß die Doppelbilder nicht in der Tiefe des Fixationspunktes ihren Ort haben, sondern in einer Entfernung gesehen werden, in welcher sich das doppelt gesehene Objekt bei direkter Fixation zu befinden scheint. Diese Tatsache ist mit der Annahme einer Projektion nach Richtungslinien unvereinbar. Die Bilder müßten, wenn sie auf den Richtungslinien hinausgetragen würden, allemal nach dem richtigen Orte, von welchem sie herstammen, versetzt werden, womit aber gerade jener Grund wegfällt, den die Projektionstheorie für das Auftreten der Doppelbilder geltend macht.

---

[1]) l. c. 45.
[2]) l. c. 144.
[3]) l. c. 153.

Die Theorie Herings selbst sagt nun über die Tiefenlokalisation der Doppelbilder folgendes aus: In unserem Bewußtsein ist nichts enthalten von einer bipolaren Projektion der Sehdinge nach außen; alle sichtbaren Dinge erscheinen vielmehr in einer einheitlichen Orientierung zu einem zwischen beiden Augen gelegenen Punkte. Diese Erfahrungstatsache beschreibt das »Gesetz der identischen Sehrichtungen«. Der scheinbare Ort von einem Doppelbild ist danach zunächst bestimmt durch die der betreffenden Netzhautstelle zugehörige Sehrichtung. Die beiden auf den Fixationspunkt eingestellten Gesichtslinien haben ein und dieselbe Sehrichtung gemeinschaftlich, deren Verlauf durch die Halbierungslinie des parallaktischen Winkels wiedergegeben wird. Von dieser Hauptrichtung weicht die Richtung, in der die Doppelbilder gesehen werden, um den gleichen Winkel ab, den die durch den optischen Knotenpunkt des Auges nach dem doppelt gesehenen Objekt gezogene Richtungslinie mit der Sehachse bildet. Die Motive zur Lokalisation der Doppelbilder innerhalb ihrer Sehrichtung sind gegeben durch die Raumgefühle der Netzhaut und die Erfahrung im weitesten Sinne des Wortes. In gewissen Grenzen wird indes der Sehort innerhalb der Sehrichtung immer variabel sein und von Fall zu Fall wechseln, schon deshalb, weil die jeweilige Umgebung durch den Wettstreit der Sehfelder einen Einfluß gewinnt, der die Tiefenwerte ebenso wie die Lichtwerte der Doppelbilder stark modifiziert. Daher ist es ganz falsch, von einem Orte der Doppelbilder im allgemeinen zu sprechen. Nur die Sehrichtung läßt sich allgemein bestimmen, weil sie abhängt lediglich von der Lage des entsprechenden Netzhautbildes; der Sehort ist immer von Nebenumständen abhängig (17)[1]. — Das von Hering entworfene Schema vom Orte der Doppelbilder gibt denn auch nur über die Sehrichtung Aufschluß. Gleichwohl lasse sich unter sehr einfachen Bedingungen, wie sie etwa der Fallversuch darstellt, nachweisen, daß auch beim binokularen Doppeltsehen die Tiefenauffassung im wesentlichen durch die angeborenen Raumwerte der Netzhaut vermittelt wird. »Es läßt sich zeigen, daß gekreuzte doppelseitige Doppelbilder im allgemeinen näher, ungekreuzte ferner erscheinen als der Fixationspunkt, und daß ihr scheinbarer Abstand vom Fixationspunkt, d. i. zugleich

[1]) l. c. 45.

von der Kernfläche, zunimmt mit der Disparation ihrer Lage, daher ihre scheinbare Ferne mit der wirklichen des bezüglichen Objektes für gewöhnlich annähernd im Einklang ist.« Diese Tatsachen aber ordnen sich nach H. widerspruchslos dem Theorem vom Ortssinne der Netzhaut unter, nach welchem, auf die Kernfläche mit dem »Tiefenwert *O*« bezogen, nasalgelegenen querdisparaten Netzhautstellen ein »Fernwert«, temporalgelegenen querdisparaten Netzhautstellen ein »Nahwert« entspricht.

Durch Hering angeregt, hat Helmholtz (1864) (22) ebenfalls experimentelle Veranstaltungen getroffen, um zu entscheiden, ob die Doppelbilder im Horopter oder in der Tiefe des doppelt gesehenen Objektes ihren scheinbaren Ort haben. In den Versuchen wurden die Ergebnisse Herings durchgängig bestätigt. Zunächst erwies sich das Gesetz der identischen Sehrichtung als zutreffend: Überträgt man beide Netzhautbilder auf die Netzhaut eines zwischen beiden Augen gedachten imaginären Auges (Zyklopenauges), so geben die Richtungslinien dieses unmittelbar die Sehrichtungen der Doppelbilder an. Es ist ferner gar nicht wahr, sagt Helmholtz, daß wir Gegenstände, welche in deutlich getrennten Doppelbildern erscheinen, in der Entfernung des Fixationspunktes zu sehen glauben. Wir haben vielmehr eine ziemlich richtige Vorstellung von ihrer Lage und lokalisieren sie in die Ebene des in Doppelbilder zerfällten Objektes. Eine doppelt gesehene Stricknadel wird, auch wenn sie in ihrer jeweiligen Lage nie binokular einfach gesehen worden ist, mit der Hand beim ersten Versuche richtig erfaßt werden können (23)[1]. Nur bei sehr weit getrennten Doppelbildern, wie sie namentlich von weit entfernten Objekten sich bilden, wenn ein naher Gegenstand fixiert wird, und an denen kaum noch die Zusammengehörigkeit beider Bilder erkannt wird, hört die binokulare Tiefenwahrnehmung ganz auf, und es kann dann wie beim monokularen Sehen die Winkelgröße des entfernten Objektes mit der Winkelgröße des fixierten verglichen werden (23)[2]. Die Annahme angeborener Raumwerte auf der Netzhaut glaubt Helmholtz entbehren zu können; die Raumanschauung ist nach ihm ein Produkt von Erfahrung und Einübung.

---

[1]) l. c. 868.
[2]) l. c. 869.

Donders (1871) (7) hält an der Projektion nach Richtungslinien fest. In welcher Entfernung liegen aber nun die Doppelbilder auf den Richtungslinien? Wenn alle weiteren Andeutungen (wie im dunkeln Raume) fehlen, dann liegen sie, beim unbeweglichen Fixieren, mit dem fixierten Punkt absolut in demselben Horopter. Inzwischen ist es wahr, daß beim gewöhnlichen Sehen, wobei man es durchgehends mit bekannten Gegenständen zu tun hat und diese durch die Bewegungen des Kopfes je nach ihrem Abstande parallaktisch bewegt werden, die Doppelbilder, sofern man darauf achtet, auf die wahre Entfernung von dem Gegenstande versetzt werden, dem sie angehören, so daß, wenn man vom fixierten Punkt z. B. zu einem näher gelegenen übergehen will, man sogleich ziemlich genau den erforderlichen Impuls zur Bewegung zu geben weiß, um ihn binokular zu fixieren [1]).

Auf Grund seiner eigenen Beobachtung hat ferner Cornelius (1864) (3) in seiner Theorie des Sehens die Projektionstheorie gegen die Lehre Herings in Schutz genommen. Er sagt darüber etwa folgendes: Man kann der Projektion nach Richtungslinien nicht unrecht geben, wenn sie hinsichtlich der Entfernung der Doppelbilder von einer Täuschung spricht. Die Doppelbilder des indirekt gesehenen Objektes liegen nämlich in der Tat dem Fixationspunkt näher als dasselbe Objekt, wenn es einfach gesehen wird. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man die betreffenden Entfernungen unmittelbar nacheinander soweit als tunlich miteinander vergleicht. Die Doppelbilder scheinen dann dem Fixationspunkte um so näher zu liegen, je mehr man sich gewissermaßen in die Anschauung des letzteren vertieft, ohne jedoch die ersteren dabei ganz unbeachtet zu lassen. Achtet man bei übrigens eingehaltener Fixation schärfer auf die Doppelbilder, so erscheinen diese eher in der Entfernung, welche dem wahren Abstand des indirekt gesehenen Objektes entspricht. Stellt man den Versuch, wie häufig, mit zwei Fingern an, die man hintereinander in verschiedenen Distanzen vor das Gesicht hält, so hat man freilich im voraus ein ziemlich genaues Urteil über den wahren Abstand der Objekte, ein Umstand, der einen Einfluß auf

[1]) l. c. 44 ff.

die beschriebene Lokalisationsveränderung in dem Sinne ausüben wird, daß diese geringer ausfallen muß.

Auch Wundt (44) hat nie der Behauptung beipflichten können, daß die Doppelbilder in der Ebene des in Doppelbilder zerfällten Objektes ihren scheinbaren Ort haben sollen. So oft er sich der Betrachtung von Doppelbildern hingab, konnte er konstatieren, daß diese hinsichtlich der Tiefenlokalisation nach dem Fixationspunkt hin variierten und bei lang andauernder Fixation mit ihm in gleicher Tiefe erschienen. »Der scheinbare Ort der Doppelbilder nähert sich umsomehr dem Blickpunkt, je mehr der Blick festgehalten wird, und bei vollkommen starrer Fixation entsteht wirklich die Vorstellung, daß er sich in gleicher Entfernung befinde«[1]). Das von Hering (vgl. oben S. 135 Versuch 1) geltend gemachte Experiment gegen die Möglichkeit einer Lokalisation der Doppelbilder in der Tiefe des Fixationspunktes fällt bei Wundt zugunsten des von ihm Behaupteten aus, wenn man die dort geforderte Konvergenzveränderung nicht kontinuierlich, sondern sprungweise vollzieht. Wechselt man zwischen zwei Fixationsobjekten rasch die Konvergenz, während die Doppelbilder eines dritten, davor oder dahinter befindlichen Objektes der Beobachtung unterstehen, so gewahrt man, daß bei unveränderter räumlicher Lage des Doppelbildobjektes die Doppelbilder ihren Ort wechseln entsprechend der Lageveränderung des Blickpunktes[2]). Aus dem Heringschen Fallversuch resultiert für Wundt nur soviel mit Gewißheit, daß man beim ersten Anblick der Doppelbilder in der Regel eine deutliche Vorstellung von dem »vor« oder »hinter« dem Fixationspunkt besitzt; von der absoluten Entfernung der fallenden Körper gewinnt man dabei nur eine annähernde, ziemlich ungenaue Vorstellung. Damit befindet sich auch eine Beobachtung im Einklang, die man machen kann an einem geneigt gehaltenen Stabe, der von dem fixierten Punkt an in Doppelbildern divergiert. Man sieht nämlich, so sagt Wundt, zwar »in der Regel noch, welche Teile des Doppelbildes näher und welche ferner liegen als der Fixationspunkt; eine bestimmte Vorstellung über die Tiefenausdehnung des Stabes fehlt aber ganz und gar. Man überzeugt sich hiervon am besten, wenn man den

[1]) l. c. II, 608.

[2]) l. c. ebenda.

Stab eben noch kurz genug nimmt, damit eine Vereinigung möglich ist, und dann abwechselnd durch starre Fixation Doppelbilder hervorbringt und durch rasche Blickbewegungen wieder vereinigt« [1]). Damit steht keineswegs in Widerspruch, daß, wenn etwa das Netzhautbild einer geläufigen Vorstellung entspricht, auf Grund assoziativer Einflüsse den Doppelbildern annähernd diejenige Entfernung angewiesen wird, die dem ihnen entsprechenden Objekt wirklich zukommt. Im allgemeinen aber ist die Raumauffassung insbesondere hinsichtlich der Tiefendistanzen beim direkten Einfachsehen und binokularen Doppeltsehen durchaus verschieden.

Unter der Voraussetzung, daß die größte Genauigkeit in der Auffassung des wirklichen Raumes beim Binokularsehen durch sukzessive, direkte Fixation erreicht wird, erhebt Wundt die ständigen Unterschiede, die zwischen der Raumauffassung beim direkten Einfach- und binokularen Doppeltsehen bestehen, geradezu zu einem Kriterium des Doppeltsehens und sagt: »Wir sehen einfach, sobald das objektive Sehfeld (Form der uns zugekehrten Oberfläche der Gegenstände) mit dem subjektiven Sehfeld (räumliche Anordnung der Objektpunkte, wie sie auf Grund der Augenbewegungen und Konvergenzempfindungen vorgestellt wird) übereinstimmt; diejenigen Punkte des objektiven Sehfeldes aber erscheinen uns doppelt, die nicht in dem subjektiven Sehfeld gelegen sind [2])«.

Hatte Wundt bereits den Gedanken angeregt, die Richtung, in der die Doppelbilder gesehen werden, in Abhängigkeit zu bringen von dem Konvergenzmechanismus, so ist von Th. Lipps (28) der Versuch gemacht worden, nun auch den Tiefenort der Doppelbilder aus den »Lagegefühlen« der Augen konsequent abzuleiten. Für ein Doppelbild, so erwägt Th. Lipps, ist es charakteristisch, daß es aus zwei gleichen unokularen Eindrücken besteht. Die gleichen Eindrücke streben nun eben wegen ihrer Gleichheit aus dem Wettstreit der Sehfelder heraus zur stereoskopischen Vereinigung. Nun ist Bedingung für die Verschmelzung diejenige Richtung der Augen, die ihnen erlaubt, auf identische Punkte zu fallen. Also besteht ein Streben zur Herstellung dieser Richtung; es besteht speziell ein Stre-

[1]) l. c. II, 610.
[2]) l. c. II, 604.



ben zur binokularen Fixation, weil überhaupt die Stellen des deutlichsten Sehens vor andern bevorzugt sind. Die Fixation ist aber in mir überhaupt nie vorhanden außer in Form von Fixationsempfindungen oder der Lagegefühle, wie sie die Fixation in mir erzeugt. Ich strebe nach Fixation, und die Fixations- und Lagegefühle streben in mir auf, streben nach Verwirklichung in der unmittelbaren Empfindung — diese beiden Sätze sagen ein und dasselbe. Von da aus gelangen wir leicht zu der Einsicht, wie Doppelbilder ein Tiefenbewußtsein ergeben können, auch ohne tatsächliche sukzessive Fixation. Zunächst ist erforderlich, daß irgendwelche Eindrücke oder Teile der Bilder sich vor andern herausheben oder Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit seien. Indem sie sich herausheben, tritt auch das Streben derselben nach Überführung auf die Stellen deutlichsten Sehens vor den gleichen Strebungen anderer Teile, d. h. es tritt die reproduktive Vorstellung des Lagegefühls, das aus der Überführung sich ergeben würde, aus der Menge der sonstigen Reproduktionen von Lagegefühlen heraus. Nun macht aber die Gleichheit je zweier entsprechender Teile der Bilder, daß das Streben des einen nach solcher Überführung nicht (in der Reproduktion) hervortreten kann, ohne daß das gleiche Streben des ihm entsprechenden, dem andern Auge zugehörigen Bildteiles zugleich mit heraustritt. Die beiden Lagegefühle schaffen sich danach gemeinsam reproduktive Geltung. In ihrer Gemeinsamkeit aber repräsentieren sie das binokulare Lagegefühl, wie es eben der tatsächlichen gleichzeitigen Überführung der beiden Eindrücke erfahrungsgemäß zugehört. Mit diesem binokularen Lagegefühl ist aber das Tiefenbewußtsein unauflöslich verbunden. Dies muß sich deshalb an die beiden gleichen Eindrücke ohne weiteres in dem Sinne heften können, daß nun auch das Doppelbild einen Tiefenort angewiesen erhält, welcher der Entfernung, in der sich das in Doppelbilder zerfällte Objekt bei direkter Fixation zu befinden scheint, annähernd genau entspricht.

Rein objektivistischer Natur sind die Betrachtungen, die Fr. v. Martini (1888) (29) im Anschluß an Hering und Le Conte (1883) (2) über die Lage der Doppelbilder im Raume anstellt. Wir wissen erstens, daß alle im Müllerschen Horopterkreise gelegenen Dinge einfach gesehen werden; wir wissen zweitens, daß alle Doppelbilder nach einem zwischen beiden Augen gelegenen Orientierungspunkt

orientiert erscheinen; wir wissen drittens, daß die doppelseitigen Doppelbilder in der Tiefe des in Doppelbilder zerfällten Objektes lokalisiert sind; — es folgt daraus, daß die Lage anderer Doppelbilder durch Interpolation auf dem Wege rein mathematischer Konstruktion gefunden werden kann. Für die beiden Augen *R* und *L* (vgl. Fig. 4) ist, wenn *F* der Fixationspunkt, die Lage der Doppelbilder des Dreiecks *ABC* gegeben durch *abC* und *αβC*. Trotz der scheinbaren Exaktheit werden solcherlei Konstruktionen nur allzuleicht einer abfälligen Kritik anheimfallen können, weil man nur an einer der Voraussetzungen zu rütteln braucht, um das ganze Gebäude zu stürzen.

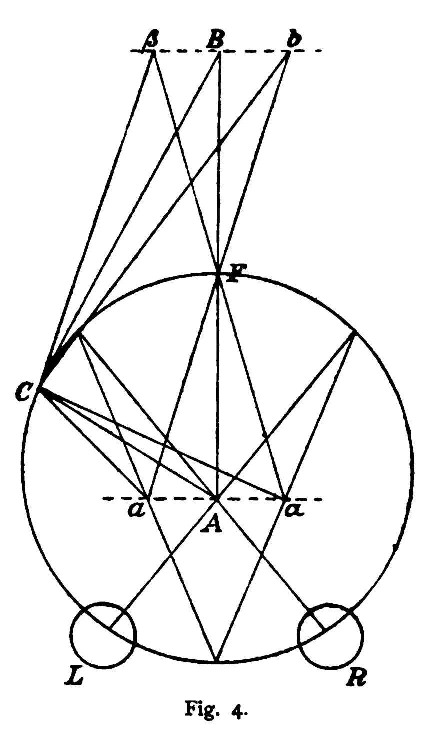


Fig. 4.

Durch eine ganze Reihe von Forschern: — Albr. v. Graefe (1854)(12), Förster (1859)(10), Alfred Graefe (1860)(14), A. Nagel (1862)(35), Mauthner (1889)(30), M. Sachs (1890) (37) und R. Fröhlich (1895) (11) — sind Tiefenunterschiede nachgewiesen und studiert worden an Doppelbildern, die bei pathologisch bedingter oder auch künstlich durch Vorlegen von Prismen erzeugter Höhendisparation entstehen. Dieser Forschungsergebnisse soll, so weit es erforderlich erscheint, weiter unten im Verlaufe der Darlegung unserer eigenen Untersuchungen gedacht werden.

In neuester Zeit haben A. Tschermak und P. Hoefer (40) (1903) gemeinsam Untersuchungen veröffentlicht »über binokulare Tiefenwahrnehmung auf Grund von Doppelbildern«. Wegen der prinzipiellen Bedeutung, die diese Arbeit für unsere eigenen Untersuchungen in methodischer Hinsicht gehabt hat, sei es gestattet, die bisher innegehaltene, rein referierende Darstellungsweise ausnahmsweise zu verlassen und gleich hier zu den Tschermak-Hoeferschen Unter-

suchungen in einigen Punkten kritisch Stellung zu nehmen. — Der Ähnlichkeit des Titels zufolge könnte man versucht sein, anzunehmen, daß die Problemstellung dort und hier dieselbe sei. Das ist keineswegs der Fall. Bei Tschermak-Hoefer handelt es sich um die Ermittelung der Empfindlichkeit beider Augen für Tiefenunterschiede im indirekten Sehen. Das Resultat der Arbeit gipfelt denn auch in dem Satze: »Die Genauigkeit dieses unzweifelhaft binokularen Lokalisationsvermögens erwies sich in unseren messenden Versuchen als keineswegs unbeträchtlich«. Über den Ort, wo die Doppelbilder gesehen werden, sagt die Untersuchung selbst nichts aus. Die Abhandlung steht nun allerdings unter der Voraussetzung, daß die Ferne der Doppelbilder unmittelbar gegeben, d. h. identisch sei mit der Entfernung des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter, weshalb denn auch ausdrücklich die Versuche als »messende« bezeichnet werden. Ob diese Voraussetzung zu Recht besteht oder nicht, wird nur durch eine Neuaufnahme diesbezüglicher Untersuchungen zu entscheiden sein. Es erscheint uns aber von vornherein gewagt, die Gültigkeit jener Voraussetzung ohne jede Einschränkung auch auf die Dunkeladaptation zu erweitern, wie dies bei Tschermak-Hoefer geschieht hinsichtlich der rechtzeitigen Abwehrbewegungen gegenüber plötzlich auftretenden oder etwa bei Momentbeleuchtung (Blitz) bemerkten Hindernissen (l. c. 320). Die allgemeine Erfahrung spricht gegen die Richtigkeit einer solchen Annahme. Geht man z. B. bei vollkommener Dunkelheit während eines Gewitters auf freiem Felde, so überschätzt man in der Regel, bei plötzlicher Aufhellung durch den Blitz, alle in der Medianebene gelegenen Distanzen derart, daß das Bahnwärterhäuschen etwa, auf welches der Weg zuführt, im Augenblick der Momentbelichtung in viel größerer Entfernung erscheint. Dagegen scheinen sich seitlich gelegene Objekte förmlich an den Beobachter heranzudrängen; man erschrickt vor einem Steinhaufen am Wege oder einem Pflug am Feldrande und kommt zufolge der Distanzunterschätzung mit der Abwehrbewegung (vorzeitiges Ausweichen oder Stehenbleiben, um das Anstoßen zu vermeiden) meist viel zu früh.

Zu einer weiteren Diskussion gibt die Bemerkung der Verfasser Anlaß, daß beim binokularen Doppeltsehen in unserem Bewußtsein unmittelbar etwas enthalten sei nicht allein von der Zusammengehörig-

keit je zweier Halbbilder zu einem Gesamteindruck, sondern auch von einer »Beziehung je zweier Halbbilder auf ein gemeinsames Objekt«. Bei der Wiederholung des Heringschen Fallversuchs bemerken Tschermak-Hoefer: »Stets erhielt der Beobachter den Eindruck näher oder ferner wie die fixierte Nadel, und zwar mehr oder weniger nahe oder ferner: er (der Beobachter) bezieht dabei die beiden Bilder auf ein einziges Objekt«. Seite 312 lesen wir: »Auf die bekannte Tatsache, daß die beiden zugehörigen Halbbilder ohne weiteres auf ein Objekt, also »richtig«, aufeinander bezogen werden, kommen wir noch später zurück ...« und Seite 318: »Auch die schon bekannte Erscheinung, daß die Halbbilder eines Objektes ohne weiteres aufeinander bezogen werden, sei hier nochmals angeführt«. In der Literatur ist uns eine Behauptung ähnlicher Art bereits bei Helmholtz und Lipps begegnet. Als Substrat einer solchen gegenseitigen Beziehung der unokularen Eindrücke eines Doppelbildes aufeinander kann zweifelsohne nur die Tendenz zur stereoskopischen Vereinigung der Halbbilder gedacht werden. Es ist aber nun eine hinreichend bekannte Tatsache, daß man sich durch Übung im Doppeltsehen dieses Zwanges zur Stereoskopie — für deutlich getrennte Halbbilder sehr leicht — fast vollkommen entwöhnen kann. Infolge dieser Übung sträuben sich dann sogar in das Stereoskop eingelegte Bilder gegen die Vereinigung; diese Erfahrung bestätigt uns auch Hering (16): »Daher vermag der im Doppeltsehen sehr Geübte die einfachen, nicht schattierten, nur mit Punkten und Linien auf gleichfarbigem Grunde ausgeführten stereoskopischen Zeichnungen öfters gar nicht mehr oder nur mühsam stereoskopisch einfach zu sehen, während sie dem Ungeübten den schönsten Eindruck machen« (l. c. V, 337). Wo die unokularen Eindrücke eines Doppelbildes sich nicht zu dem Bild eines Gegenstandes vereinigen, machen sie den Eindruck von zwei Gegenständen [1]). Der geübte Beobachter ist imstande, das stereoskopisch einfach gesehene Bild des Gegenstandes beim raschen Übergang zum Doppeltsehen momentan in zwei Halbbilder auseinanderfliegen zu lassen, die dann ohne jeden größeren Energieaufwand, also frei vom Zwang zur Stereoskopie, wie festgebannt an ihrem Orte beharren. Der Empfindungsinhalt an sich

[1]) A. a. O. Donders.

sagt alsdann nichts mehr aus über die Zusammengehörigkeit je zweier Halbbilder zu einem Doppelbildeindruck oder gar über einen ursächlichen Zusammenhang der beiden Halbbilder mit dem vorher gesehenen, stereoskopisch einfachen Bilde des Gegenstandes. Wir sind genötigt anzunehmen, daß bei der oben zitierten Beschreibung des Tatbestandes der Reflexion weit mehr entsprochen worden ist als der tatsächlichen Beobachtung. Beim Gebrauche des Ausdruckes »Halbbild« für den unokularen Eindruck eines binokularen Doppelbildes aber wird man sich stets bewußt bleiben müssen, daß das Merkmal des Sinneseindruckes, welches mit dieser Bezeichnung charakterisiert werden soll, kein deskriptives, sondern ein auf Entstehungsursachen bezügliches, also genetisches ist.

Der die Forschungsergebnisse zusammenfassende Satz (siehe oben!) bei Tschermak-Hoefer scheint den Schluß zuzulassen, daß die Lokalisation der Doppelbilder eine bestimmte (konstant unter konstanten äußeren Bedingungen) sei. Gleichwohl finden wir S. 312 die Bemerkung: »Nach einer gewissen Zeit, welche individuell stark verschieden zu sein scheint, rücken die beiden unokularen Eindrücke oder Halbbilder geradezu in dieselbe Entfernung wie der fixierte Punkt bzw. in die sogenannte Kernebene«, so daß damit die Lokalisation der Doppelbilder wieder unbestimmt (variabel unter konstanten äußeren Bedingungen) zu werden scheint. Wir sind dadurch veranlaßt worden, in unseren Versuchen gleichzeitig auch der Frage nach der Bestimmtheit bzw. Unbestimmtheit der Doppelbildlokalisation experimentell näher zu treten.

§ 3.

Ein Resüme über die bisher gezeitigten Forschungsergebnisse hinsichtlich der Tiefenlokalisation von Doppelbildern ergibt folgende

Zusammenstellung.

I. Die Doppelbilder sind in einer durch den Fixationspunkt gehenden geraden oder gekrümmten Fläche lokalisiert:
   1. Horopter des Aguilonius,
   2. Projektionssphären bei Nagel.

II. Die Doppelbilder haben **keinen** wirklichen Ort, sondern sind lediglich ihrer Richtung nach, in der sie gesehen werden, be-

stimmbar (Meißner; vorbereitend für diesen Gedanken Joh. Müller).

III. Die Doppelbilder haben ihren Ort zwischen Fixationspunkt und dem doppelt gesehenen wirklichen Objekt (Schulz, Cornelius).

IV. Die Doppelbilder haben ihren Ort in derjenigen Ferne, in welcher das in Doppelbilder zerfällte Objekt bei direkter Fixation erscheint, und zwar

  1. Aus nativistischen Gründen (bei Hering, Le Conte, Fr. v. Martini usw.),
  2. Aus empiristischen Gründen (Helmholtz, Th. Lipps).

V. Der Tiefenort der Doppelbilder ist ein wechselnder und variiert

  1. Je nachdem der Raum Anhaltspunkte für die Tiefenlokalisation gewährt oder nicht (Donders),
  2. Mit der Länge der Fixationsdauer (Wundt) oder der Expositionsdauer des Doppelbildeindruckes (Tschermak-Hoefer),
  3. Durch die willkürliche Konzentration der Aufmerksamkeit auf das Doppelbild oder den Fixationspunkt (Cornelius).

2. Kapitel.

Vorbemerkungen und erste Versuchsergebnisse.

§ 4. Problemstellung.

Die Frage nach dem scheinbaren Orte der Doppelbilder läßt sich in eine Reihe von Spezialproblemen auflösen, deren präzise Formulierung wir nachstehend geben:

1. Ist die Tiefenauffassung beim direkten Einfach- und indirekten Doppeltsehen dieselbe, d. h. behaupten die Dinge hinsichtlich der Tiefe den gleichen scheinbaren Ort, gleichviel ob sie direkt fixiert oder binokular doppelt gesehen werden?

Sollten sich für das binokulare Doppeltsehen Lokalisationsunterschiede ergeben, so haben sich die nächsten Fragen auf Richtung und Maß dieser Unterschiede zu erstrecken.

2. Erfolgt die Tiefenlokalisation beim indirekten Doppeltsehen, verglichen mit der Fixation bei direkter Fixation, im Sinne einer Über- oder Unterschätzung der Distanzen? (qualitative Ortsbestimmung der Doppelbilder), und

3. Wie groß ist der begangene Schätzungsfehler? (quantitative Ortsbestimmung der Doppelbilder).

Es gilt ferner zu ermitteln:

4. Ist die Lokalisation der Doppelbilder eine bestimmte (konstant unter konstanten äußeren Bedingungen) oder unbestimmte (variabel unter konstanten äußeren Bedingungen)?

Es wird endlich der zu entwickelnden Theorie anheimfallen, festzustellen:

5. Läßt sich die für das binokulare Doppeltsehen maßgebende Raumauffassung erklären aus der Herrschaft jener Faktoren, die im direkten Sehen die binokulare Tiefenauffassung bestimmen, oder nötigt sie zur Annahme neuer Raumfaktoren, die dem binokularen Doppeltsehen, hinsichtlich der Auffassung von Tiefendimensionen, ein vom stereoskopischen Einfachsehen abweichendes spezifisches Gepräge verleihen?

Im Interesse der befriedigenden Lösung des Gesamtproblems macht sich aber gleichzeitig eine Beschränkung der Untersuchung nötig auf ganz bestimmte Fälle des Doppeltsehens. Der Ausfall des stereoskopischen Sehens ist für das binokulare Doppeltsehen charakteristisch. Gleichwohl macht sich bisweilen ein Zwang geltend, die Halbbilder eines Doppelbildes stereoskopisch zu vereinigen. Diese Tendenz besteht für alle Doppelbilder, deren Halbbilder direkt hintereinander stehen oder sich teilweise überdecken oder mit den Rändern berühren. Um diesen störenden Faktor zu eliminieren, wird sich die Untersuchung zu beschränken haben auf Doppelbilder, deren Halbbilder dem Beobachter deutlich getrennt erscheinen und auf Grund eines ausreichenden Abstandes voneinander der Tendenz zu stereoskopischer Vereinigung entbehren.

§ 5. Terminologie.

Da der Gebrauch des Begriffes »Doppelbild« in der Literatur kein einheitlicher ist, halten wir es für angezeigt, darauf hinzuweisen, daß für vorliegende Arbeit die Terminologie nach dem Vorgange Wundts gewählt worden ist. Wird ein und derselbe Objektpunkt binokular doppelt gesehen, so heißt das: er erscheint in einem Doppelbild. Dieses besteht aus zwei Halbbildern, deren jedes einem einzelnen Auge angehört. Das Doppelbild ist danach ein binokularer, das Halbbild ein unokularer Sinneseindruck.

§ 6. Vorversuche.

1. Steht man an dem einen Ende eines gut erhellten, langen Korridors und fixiert seinen etwa 30 cm vor das Gesicht in die Medianebene gehaltenen Finger, indes die Aufmerksamkeit der Tiefendimension des Korridors zugewandt ist, so erscheint dieser ungemein verlängert. — Der Versuch läßt sich mit dem gleichen Erfolg in jeder Baumallee wiederholen.

2. Man setze sich auf einen Stuhl und strecke die Beine so weit nach vorn, daß die Füße bequem gesehen werden können. Vor das Gesicht halte man alsdann ein Fixationsobjekt, während die Aufmerksamkeit gleichzeitig auf die Füße gerichtet ist: die Beine erscheinen um vieles verlängert; man schätzt ihre Länge auf mehrere Meter.

3. Auf einem Tische werden drei sehr dünne Stricknadeln, denen je eine Korkscheibe als Fuß dient, in gleichen Abständen voneinander (etwa 40—50 cm) so zur Aufstellung gebracht, daß sie für den Beobachter hintereinander in der Medianebene stehen. Jede Nadel trägt an ihrer Spitze ein schwarzes Kartonscheibchen (1,0—1,5 cm Durchmesser), dessen breite Fläche dem Beobachter zugekehrt ist. Fixiert man den mittleren Punkt (F), so zerfällt der vordere (A) in ein gekreuztes, der hintere (B) in ein ungekreuztes Doppelbild. Vergleicht man jetzt die beiden Doppelbilder miteinander hinsichtlich ihres Abstandes vom Fixationspunkt, so ergibt sich, daß das Doppelbild von A sehr viel näher an F zu stehen scheint als das Doppelbild von B.

4. Dem Landhaus gegenüber, in dem ich wohne, steht eine alte Feldscheune mit sehr hohem Dach. Fixiere ich von meinem Zimmerfenster aus einen Punkt von dem untersten Teil des Daches (Dachrinne), so verändert sich Neigungswinkel und Tiefendimension der Dachfläche auffallend: das Dach scheint sehr flach zu liegen und erstreckt sich weit in die Tiefe; würde ich aufgefordert, meinen Abstand von dem Dachfirst in Metern zu schätzen, so würde ich bestimmt überschätzen. Fixiere ich dagegen die Mitte des Dachfirstes, so nimmt die Steilheit des Daches zu: die Dachfläche steht nahezu senkrecht. Der Versuch, jetzt die Entfernung der Dachrinne vom Beobachter zu schätzen, ist schwieriger, fällt aber dennoch im Sinne einer Überschätzung aus. Es erscheint mir aber außerdem, je nachdem der obere oder untere Teil des Daches fixiert wird, auch der

senkrechte Abstand zwischen Dachrinne und Dachfirst verschieden groß: er wird im ersten Falle überschätzt, im zweiten dagegen unterschätzt.

5. Zwei Holzstäbchen, denen je eine Korkscheibe als Fuß dient, stelle man auf einem langen Tisch derart auf, daß, wenn der Beobachter an dem einen Ende der Tafel sitzt, sich das erste Stäbchen (*A*) ihm gegenüber am andern Ende befindet, während das zweite Stäbchen (*B*) um zwei Dritteile der Entfernung des ersten näher steht und gleichzeitig ein Stück rechts seitwärts aus der Medianebene herausgerückt ist. Fixiert man *A*, so erscheint *B* in einem gekreuzten einseitigen Doppelbild. Wird aber nun zwischen *A* und *B* die Fixation rasch gewechselt, so führt *B* in demselben Moment, in dem man mit der Konvergenz von *A* nach *B* übergeht, eine sprunghafte Scheinbewegung auf den Beobachter zu aus: das Stäbchen scheint sich nach der Medianebene zu und gleichzeitig nach vorn zu bewegen.

6. Ich sitze an meinem Schreibtisch vor einem aufgeschlagenen Buche; beim Ausruhen von der Arbeit blicke ich von ungefähr, ohne feste Fixation, über den oberen Rand des Buches hinweg auf den Tisch. Ich habe dann sehr oft, namentlich bei ermüdetem Auge, die überaus eindringliche Täuschung, als ob das Buch plötzlich in sehr weite Ferne rücke. Ich kann dann immer konstatieren, daß die Gesichtslinien auf einen hinter dem Buche gelegenen imaginären Fixationspunkt eingestellt sind.

7. Auf einer großen weißen Fläche (mit Papier überspannter vertikal stehender Holzrahmen), die als Hintergrund dient, wird eine schwarze Scheibe von 10 cm Durchmesser befestigt. Der Beobachter nimmt vor diesem Schirm so Aufstellung, daß dieser der Angesichtsfläche parallel steht. Die Fixation eines 40 cm vor das Gesicht gehaltenen dünnen Stäbchens zerfällt den Punkt in ein gleichnamiges Doppelbild. Verlegt man nun den Fixationspunkt unter eines der beiden Halbbilder, so tritt ein Tiefenunterschied evident zutage. Das jeweils außerhalb der Medianebene gelegene Halbbild steht um vieles näher. Die Erscheinung ist, da man durch Bewegen des fixierten Stäbchens nach links und rechts abwechselnd das rechte bzw. das linke Halbbild nach vorn rücken lassen kann, unabhängig von der etwa durch die Belichtung der Augen bedingten Farbenverschiedenheit (vgl. Fechners Fensterversuch (9)) der beiden Halbbilder.

8. Ein rundes Korkstückchen von der Größe eines Pfennigstückes wird, indem man es befeuchtet, an der Glasscheibe eines Zimmerfensters befestigt. Die Versuchsperson nimmt etwas tiefer Platz, um den grauen Himmel als Hintergrund benützen zu können. Legt man vor das eine Auge ein Prisma, so erscheint das Korkstück n einem Doppelbild, dessen Halbbilder, unabhängig von der Lage des ibrechenden Winkels — bei Höhendisparation indes auffälliger als bei Querdisparation — in ungleichen Abständen vom Beobachter gesehen werden. Man kann nun die Halbbilder ihren Ort hinsichtlich der Tiefe durch einen Fixationswechsel beliebig austauschen lassen. Fixiert man bei bestehender Höhendisparation das obere Halbbild, so scheint das untere und umgekehrt bei Fixation des unteren das obere Halbbild näher zu stehen. Mit dem scheinbaren Näherstehen ist ständig auch scheinbare Verkleinerung des betreffenden Halbbildes verknüpft. Die Erscheinung wird sehr eindringlich, wenn man erst das in ein Doppelbild zu zerfällende Objekt fixiert und dann rasch ein Prisma (14°) vor das Auge führt; das dem überdeckten Auge zugehörige Halbbild ist alsdann unter allen Umständen das näherstehende und kleinere.

Ergebnisse der Vorversuche.

1. Die Vorversuche lassen den Schluß zu, daß die Raumauffassung für das direkte Einfach- und das indirekte Doppeltsehen durchaus verschieden ist.

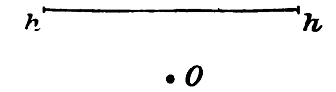
2. Die Lokalisationsunterschiede fallen für das binokulare Doppeltsehen im Sinne einer Überschätzung aus, und zwar für hinter dem Blickpunkt gelegene Tiefendistanzen in weitaus höherem Maße als für Strecken vor dem Fixationspunkte.

3. Auch innerhalb eines Doppelbildes treten Tiefenunterschiede auf, sobald die Lage desselben zur Medianebene eine asymmetrische ist.

§ 7. Methodische Grundlegung.

Die neue Versuchsanordnung sollte vor allen Dingen die Möglichkeit gewähren, den Ort der Doppelbilder quantitativ zu bestimmen. Damit war von vornherein die Einführung eines Maßstabes in das Sehfeld gefordert. Da sich nun das Unternehmen, dem Beobachter mit der zu beurteilenden Doppelbild-Tiefendistanz gleichzeitig eine

andere, zum Vergleich dienende (etwa monokular einfach gesehene) Strecke zu exponieren, als unangängig erwiesen hatte, weil alle simultan eingeführten Objekte das Sehfeld zum Nachteil der psychologisch einfachsten Vergleichsbedingungen komplizieren, anderseits aber auch, wenn die Situation bei der Schätzung der Doppelbilder möglichst wenig verlassen werden soll, eine längere Zeit nachher dargebotene Vergleichsstrecke, die nicht ganz die gleiche Lage im Sehfeld einnimmt, nicht zu gebrauchen war, so haben wir uns schließlich für eine Spiegelungsmethode entschieden, die es gestattet, für die zu beurteilende Doppelbildstrecke eine andere Distanz, die mit der Fixation durchlaufen werden kann, an der gleichen Stelle des Raumes sukzessiv zu substituieren. An der Hand des nachstehenden Schemas



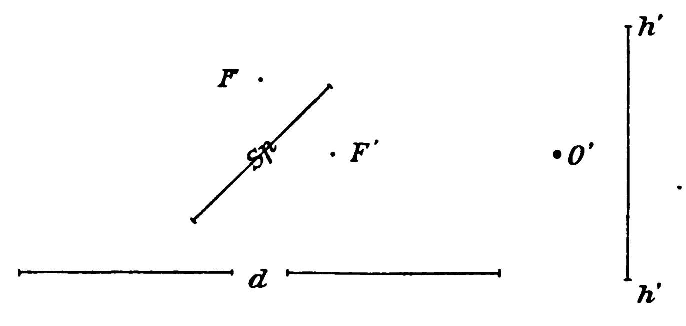


Fig. 5.

sei die Anordnung kurz skizziert: *d* ist der Spalt, durch den der Beobachter hindurchblickt, *Sp* ein Spiegel, der in einem vertikalen Geleise beweglich ist und durch einen Fadenzug aus dem Sehfeld entfernt werden kann. *h*—*h* und *h'*—*h'* bilden den Hintergrund. Ist *F* der Fixationspunkt und *O* das in Doppelbilder zerfällte Objekt, so ist *F' O'* die zum Vergleich dienende Distanz.

Die V e r s u c h s m e t h o d e ist folgende: Der Spiegel, dessen Ränder durch das Diaphragma *d* verdeckt sind, füllt das ganze Seh-

feld aus, d. h. während *F' O'* widergespiegelt werden, bleibt *F O* dem Beobachter unsichtbar. Durch Fixation von *O'* versucht man sich nun einen Eindruck von der Entfernung dieses Objektes zu verschaffen. Inzwischen zerfällt zwar *F'* in ein gekreuztes Doppelbild; wählt man aber *F'* hinreichend klein, so wird durch dieses Doppelbild die Tiefenauffassung von *O'* in keiner Weise beeinträchtigt. Hat der Beobachter den Tiefenort von *O'* möglichst deutlich erfaßt, so geht er mit der Fixation rasch nach *F'* über, indes gleichzeitig durch einen Ruck der Spiegel *Sp* aus dem Sehfeld entfernt wird, wodurch *F' O'* der Beobachtung entzogen und dafür *F O* an der gleichen Stelle im Raume substituiert erscheint. Im gleichen Moment also, in dem der Beobachter von *O'* aus mit der Fixation in *F'* angelangt zu sein meint, fixiert er in Wirklichkeit *F*, und *O* erscheint ihm doppelt. — Es soll nun ein Urteil darüber abgegeben werden, ob das vorher einfach gesehene Objekt *O'* oder das jetzt wahrgenommene Doppelbild von *O* näher zu stehen scheint. Da stets *O'* einfach und *F'* doppelt, *O* doppelt und *F* einfach gesehen wird, ist die Situation des Vergleichs folgende: Eine Strecke, die vorn von einem Doppelbild und hinten durch einen binokular einfach gesehenen Punkt begrenzt wird, soll verglichen werden mit einer solchen, die begrenzt wird durch einen binokular einfach gesehenen Punkt vorn und hinten von einem Doppelbild. Die beiden Distanzen stehen sich dabei räumlich und zeitlich so nahe als nur möglich, und der Vergleich hinsichtlich ihrer Größe wird bei einiger Übung unschwer auszuführen sein. Je nachdem die eine oder die andere Distanz variabel gehalten wird, kann das Urteil auf das Objekt *O* oder *O'* bezogen und durch die Ausdrücke: »Zu weit!« »Zu nahe!« »Gut!« präzisiert werden.

§ 8. Beobachtete Kautelen.

1. Aus Gründen der experimentellen Einfachheit wurde die Medianebene und deren nächste Umgebung für das Studium der Doppelbilder in Aussicht genommen.

2. In allen früheren Arbeiten fanden zur Erzeugung von Doppelbildern lineare Objekte Verwendung (Fäden, Nadeln usw.). Ist nun schon der Punkt im Vergleich zur Linie das psychologisch Einfachere, so war für vorliegende Arbeit der Gebrauch von Punkten um so

näher gelegt, als Linien für die Tiefenwahrnehmung stets sekundäre Merkmale an die Hand geben. Daneben sind aber auch in allen Fällen, wo Höhendisparation in Frage kommt, ständige Korrekturen der Richtung der Linien notwendig, damit die Halbbilder als Parallelen erscheinen. Der Eindruck aber von »in der Luft frei schwebenden Punkten« wird zu erzielen sein, wenn man die Punkte auf Glasplatten — um die Schärfe der Konturen nicht zu beeinträchtigen, auf der dem Beobachter zugekehrten Seite — anbringt, die bei durchfallendem Lichte und Verdeckung der Ränder durch ein Diaphragma, selbst nicht gesehen werden können. Für eine Mehrzahl von hintereinander liegenden Punkten wird dann allerdings je nach der Zahl der zwischen Punkt und Beobachter befindlichen Glasplatten Helligkeit und Konturenschärfe verschieden sein. Kann aber dieser Mangel zum Teil schon durch die Wahl der Glassorte und die geringe Stärke der Platten (0,9 mm starkes Salinglas, das ist Deckglas, wie es beim Mikroskopieren Verwendung findet) gehoben werden, so geht er außerdem für den Vergleich noch seines störenden Einflusses verlustig durch die ganze Art der Vergleichsmethode, nach welcher der Nachteil dann für die Doppelbilddistanz in gleichem Maße besteht wie für die gespiegelte Vergleichsstrecke.

3. Es ist eine beim Studium der Literatur auffallende Erscheinung, daß der Behauptung, »die Doppelbilder sind in der Tiefe des Fixationspunktes lokalisiert«, stets die Fixation während einer längeren Zeit bzw. eine größere Expositionsdauer des in Doppelbilder zerfällten Objektes korrespondiert (Wundt, Donders, Cornelius, Tschermak-Hoefer), während diese Tatsache, daß Doppelbilder in der Ebene des Fixationspunktes erscheinen können, heftig von jenen bestritten wird, die mit Momenteindrücken experimentierten (Herings Fallversuch). Bedarf also die Expositionsdauer einer sorgfältigen Überwachung, so glaubten wir doch dieselbe nicht dahin regulieren zu dürfen, daß ihre Auslösung durch einen selbsttätigen Mechanismus für objektiv bestimmte, gleiche Zeiträume erfolgt. Um ein sicheres Urteil über eine Tiefendimension abgeben zu können, ist zweifelsohne eine geraume Zeit nötig — das lehrt schon das alltägliche Leben. Die hierfür günstigste Zeit ist aber nicht allein individuell durchaus verschieden, sondern wechselt auch für den einzelnen Beobachter je nach der Aufmerksamkeitsdisposition. Wir können

also gewiß sein, die besten Bedingungen zu statuieren, wenn die Regelung der Expositionsdauer durch die Versuchsperson selbst geschieht. Der Beobachter schaut sich die Doppelbilder so lange an, bis er in seinem Urteil über die Tiefenlokalisation sicher ist. Für den Fall aber, daß inzwischen die Doppelbilder Lageveränderungen obengenannter oder auch anderer Art erfahren sollten, wird die Exposition von der Versuchsperson selbst aufgehoben (Herabfallenlassen des Spiegels). Daß bei längerer Fixation Lageveränderungen der Doppelbilder tatsächlich vorkommen können, konnte im Verlaufe der Untersuchungen sehr bald konstatiert werden. Sie machen sich aber sofort kenntlich an der großen Unsicherheit oder gänzlichen Unmöglichkeit, überhaupt ein Urteil zu fällen, sowie an der Inkonstanz der Gleicheinstellungen. Für die weitaus meisten Fälle genügte es, einigemal den Spiegel bei gleichzeitigem Fixationswechsel auf und ab zu bewegen, um die momentane Störung zu beseitigen; andernfalls wurde der Versuch durch eine Pause unterbrochen.

4. Um die Helligkeit regulieren zu können, wurde anfangs für die Untersuchungen die künstliche Beleuchtung in Aussicht genommen. Das Unternehmen scheiterte jedoch an den technischen Schwierigkeiten, ja man kann sagen, an der Unmöglichkeit, das Licht ebenso diffus und vor allem ebenso hell herzustellen, wie es in der Tagesbeleuchtung geboten wird. Jeder Grad von Dunkeladaptation aber macht die Bedingungen ungünstiger.

5. Nach Helmholtz kann die Größe des Fixationspunktes eventuell ein relatives Maß abgeben für die Größe der Doppelbilder, um daraus auf deren Ferne zu schließen. Dieser Faktor soll vorläufig eliminiert bzw. kontrollierbar gestaltet werden. Der Fixationspunkt wird so klein als nur möglich gewählt und dient lediglich zur Arretur der Konvergenz. Seine Farbe, die, wie Versuche an Herings Fallapparat zeigten, durchaus nicht willkürlich sein kann, ist, wie die der in Doppelbilder zerfällten Punkte, schwarz. Die jeweilige Lage zum Diaphragma wird für jeden einzelnen Versuch besonders angegeben.

6. Die Augen der Versuchspersonen wurden einer sorgfältigen Funktionsprüfung unterzogen. Die Korrektur der Sehschärfe allein genügt dabei nicht. Es ergeben sich vor allem, wie weiter unten dargetan werden soll, aus der Verschiedenheit der beiden Augen des

Beobachters und der in vielen Fällen damit verknüpften Lageveränderung des Orientierungspunktes Störungen in der binokularen Lokalisation, die auch beim Doppeltsehen eigenartige Erscheinungen bedingen.

7. Für die Färbung des Hintergrundes erwiesen sich Braun und Grau als die Farben, die den störenden Einfluß des Kontrastes am besten beseitigten. Braun (etwa das Hellbraun von Kartonpappe oder der gebräuchlichen Fußbodenfarbe) wurde deshalb gewählt, weil es technisch leichter hergestellt werden konnte.

8. Von der Arretur des Kopfes während der Beobachtung wurde im Verlauf der Versuche wieder Abstand genommen, weil sie die Anstrengungen, denen die Beobachter durch die starre Fixation ausgesetzt waren, noch um eine Unbequemlichkeit vermehrte. Überdies ging aus der Konstanz der Ergebnisse sehr bald hervor, daß die Schwankungen des Kopfes, die die verwendete annähernde Kopfarretur um einige Millimeter zuließ, von keinerlei Einfluß auf die Sicherheit der Doppelbilder-Tiefenlokalisation waren.

9. Tschermak-Hoefer haben es in ihrer Versuchsanordnung für nötig befunden, Garantie leisten zu müssen, daß während der Fixation keinerlei Blickschwankungen eintraten, indem sie dem Beobachter im indirekten Sehen ständig zwei Nadeln von solchem gegenseitigen Abstand exponierten, daß die inneren Halbbilder der Nadeln in der Medianebene stereoskopisch vereint erscheinen; der jedesmalige Zerfall der stereoskopisch einfach gesehenen Nadel in die Halbbilder zeigte dann momentan die Blickschwankungen an. Wir glaubten eine derartige Kontrolle entbehren zu können. Aus den Ergebnissen vorliegender Arbeit wird erhellen, wie ungemein rasch sich psychologisch die Bedingungen komplizieren, wenn mehrere Objekte im Gesichtsfelde sich befinden. Wir sind aus diesem Grunde schon gewiß, das kleinere von zwei Übeln gewählt zu haben, wenn wir gegenüber der Möglichkeit geringer Blickschwankungen die Sauberkeit des Sehfeldes aufrechterhielten. Außerdem muß man nach Hering geradezu annehmen, daß das Auge, um sich der Lage des optischen Bildes auf der Netzhaut gewissermaßen zu versichern, Oszillationen von geringem Umfang immer ausführt. Daß aber mit den Blickschwankungen ein gewisses Maß nicht überschritten wurde, dafür leistete in unseren Versuchen die geringe Größe des Fixationspunktes hinreichende

Garantie, indem ein sehr kleines Objekt an sich, um deutlich gesehen zu werden und deutlich zu bleiben, ein genaueres Hinsehen erfordert und überdies schon bei unbeträchtlichen Blickschwankungen für den geübten Beobachter in Doppelbilder zerfällt.

§ 9. Die provisorische Versuchsanordnung.

Unter Anwendung der vorstehend entwickelten Prinzipien bedienten wir uns während zweier Semester einer provisorischen Versuchsanordnung, deren ausführliche Beschreibung hier um so eher unterbleiben kann, als alle daran wahrgenommenen Vorteile beim Bau des weiter unten zu erklärenden Doppelbilderapparates Berücksichtigung gefunden haben. Die Glasplatten wurden in der provisorischen Anordnung auf rechtwinklig zueinander stehenden Tischreihen entlang gerückt, während ein großer Lattenverschlag, der mit firnißgetränktem, dünnem Pergamentpapier überspannt war, das Licht so weit diffus gestaltete, daß störende Schatten abgeblendet und Glanz und Spiegelung ausreichend von den Glasscheiben entfernt wurden. Es galt vorerst, lediglich festzustellen, ob eine quantitative Ortsbestimmung nach den oben entwickelten Ideen möglich sei oder nicht. Der gespiegelte Vergleichspunkt blieb während einer und derselben Versuchsreihe in konstanter Entfernung von 50 cm, in einer weiteren Reihe in 75 cm Abstand, dann in 100 cm Distanz usw. vom Fixationspunkt aufgestellt, indes das Doppelbild so lange variiert wurde, bis die Distanz desselben vom Blickpunkt der jeweils eingestellten Vergleichsstrecke gleichkam. Das Doppelbild und nicht den Vergleichspunkt zu variieren, erwies sich für den Beobachter als die bequemste Vergleichsweise. Um aber dem Einwand zu begegnen, daß die Konstanz der Ergebnisse bestimmt worden sein könne von dem gedächtnismäßigen Merken des gegenseitigen Abstandes der Halbbilder voneinander oder der projektivischen Lage des Doppelbildes im Spalte, haben wir später — die Übung der Versuchspersonen war inzwischen weit vorgeschritten — am Doppelbilderapparat ständig die Vergleichsstrecke variiert. Es würde uns zu weit führen, von der gesamten Vorarbeit Rechenschaft abzulegen. Die ersten definitiven Ergebnisse einer quantitativen Ortsbestimmung der Doppelbilder gibt Tabelle I wieder.

Unsere experimentellen Untersuchungen erstreckten sich in ihrer Gesamtheit über einen Zeitraum von vier Semestern, vom Winter 1903

bis zum Sommer 1905. Außer den im Text genannten Versuchspersonen danken wir den Herren Dr. Fröbes, cand. phil. Ziembinsky, cand. phil. F. von Spitzbarth, und vor allem Herrn Professor Dr. W. Wirth für die fleißige Mitarbeit und rege Anteilnahme an dem Fortschritt unserer Untersuchung. Insonderheit ist es uns noch ein Bedürfnis, Herrn Geh. Rat Prof. Dr. W. Wundt für das Interesse, mit dem er den Fortgang unserer Arbeit begleitete, unseren Dank zu sagen.

Tabelle I.

Die Entfernung des Fixationspunktes vom Beobachter beträgt konstant 40 cm.

A: Variierte Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Fixationspunkte im Mittelwert (n Gleicheinstellungen).

B: Geschätzte Distanz der ungekreuzten Doppelbilder vom Fixationspunkt.

Vp. Herr Dr. Moore (Emmetropisches Auge).

$n = 30$

A:	16,2	20,8	26,0	35,5	46,0	55,8	66,2
B:	50,0	75,0	100,0	150,0	200,0	250,0	300,0

Vp. Herr Dr. Büchner (Emmetropisches Auge).

$n = 5$

A:	18,3	23,8	28,5	37,0	47,2	58,3	68,5
B:	50,0	75,0	100,0	150,0	200,0	250,0	300,0

Vp. Herr cand. phil. Kästner (Emmetropisches Auge).

$n = 15$

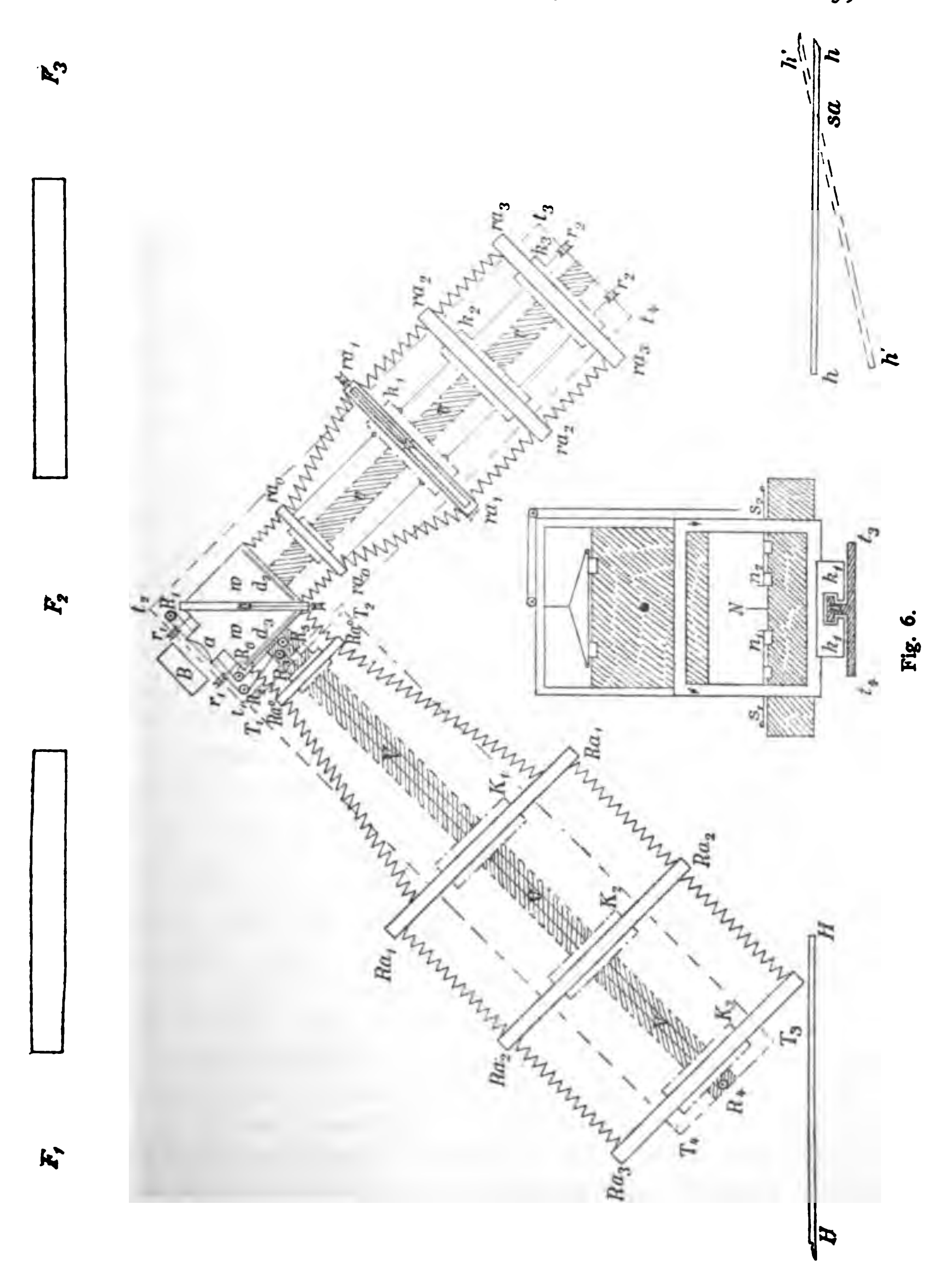
A:	15,0	18,8	23,3	33,5	44,8	55,7	65,0
B:	50,0	75,0	100,0	150,0	200,0	250,0	300,0

3. Kapitel.

Die exakte Ortsbestimmung für Doppelbilder am Apparat.

§ 10. Der Doppelbilderapparat.

T_{1-4} und t_{1-4} sind genau rechtwinklig zueinander stehende Tische, auf denen sich die Versuchsanordnung befindet. In der Längsrichtung eines jeden Tisches verläuft, auf einem starken Brett als Unterlage befestigt, je ein Vierkantholz von 3 m und 2 m Länge (V, v). Diese Vierkanthölzer, die durch beiderseitige, breite Nuten einen **T**-förmigen Querschnitt (v in Fig. 6) erhalten, sind mit einer Zentimeterskala



F1
F2
F3
H
H
h
h
h'
h'
sa
B
Ra1
Ra2
Ra3
Ra1
Ra2
Ra3
K1
K2
K3
T3
R4
ra0
ra1
ra2
ra3
ra0
ra1
ra2
ra3
h1
h2
h3
t3
t4
N
n1
n2
k1
k1
S1
S2

Fig. 6.

ausgestattet und bilden die Bahnen, auf denen die Holzrahmen Ra_0, Ra_1, Ra_2, Ra_3 und ra_0, ra_1, ra_2, ra_3 hin und her bewegt werden können mittels Holzklötzen (K_{1-4}, k_{1-4}), die auf der Unterseite einen dem Querschnitt von V und v konformen Ausschnitt tragen (k_1 in Fig. 6) und groß genug sind, um die Rahmen in senkrechter Stellung zu erhalten. Die Rahmen sind an den Seiten geschlitzt und für das Einschalten von Glasplatten, auf denen der zu beobachtende Punkt sich jeweils befindet, horizontal entsprechend genutet. Jeder Rahmen ist auswechselbar gegen einen oben geschlitzten und vertikal genuteten, für den Fall, daß die Verschiebbarkeit des Punktes nach links und rechts ersetzt werden soll durch eine solche nach oben und unten (Fig. 6). Untereinander sind die Rahmen durch optisch dichte Balgen verbunden, deren lichte Weite zwischen Ra_0 und Ra_1 sowie ra_0 und ra_1 von 18×20 cm zu 46×51 cm ansteigt, zwischen ra_1 und ra_2 die Größe 46×51 cm beibehält, dagegen zwischen Ra_1 und Ra_3 100×80 cm beträgt. Die Längenausdehnung der beiden konischen Balgen (Ra_0-Ra_1, ra_0-ra_1) ist von 20 cm bis zu 175 cm, die der zylindrischen (R_1-R_2, R_2-R_3, ra_1-ra_2, ra_2-ra_3) von 20 cm bis zu 120 cm variierbar. B ist der Sitz des Beobachters. Durch ein 10 cm langes Rohr (a) blickt dieser in einen innen geschwärzten Würfel von 30 cm Kantenlänge (w). Der Ausschnitt an der Vorderseite des Würfels, auf welchem das im Querschnitt um ein geringes größere, elliptische Ansatzrohr (a) aufgesetzt ist, hat die Form eines Rechteckes in Größe von 15×6 cm². Der dem Beobachter zugekehrte Teil des Rohres ist, um das Durchblicken zu erleichtern, den die Augen umgebenden Gesichtspartien angepaßt, ähnlich wie bei guten Stereoskopen, nur fehlt der Steg, welcher bei letzteren Apparaten die Augen durch je eine gesonderte Öffnung blicken läßt: beide Augen blicken durch eine große Öffnung. In der Diagonalebene des Würfels — wir geben einen horizontalen Querschnitt durch denselben in Fig. 7 wieder —, die begrenzt wird durch die linke vordere und rechte hintere Würfelkante, ist ein Spiegel (Sp) in senkrechter Richtung auf und ab bewegbar. Ein vertikal stehender Rahmen, der für den Spiegel das Geleise bildet, erhält gleichzeitig den ganzen Würfel in Augenhöhe. Rückwand und rechte Seitenwand des Würfels sind als Schieber, die sich bequem entfernen bzw. auswechseln lassen, gearbeitet und mit je einem rechteckigen Diaphragma (d_2, d_3) versehen, welches so groß als möglich

gewählt wurde derart, daß die Rahmen Ra_3 und ra_3 in ihrer größtmöglichen Entfernung dadurch eben noch verdeckt wurden. Zieht man den Spiegel in seinem Geleise in die Höhe, so blickt der Beobachter durch die Spaltöffnungen d_1 und d_2 nach dem Hintergrunde *h-h*; befindet sich der Spiegel dagegen unten, d. h. füllt er die Diagonalebene des Würfels aus, so erscheint der Spalt d_3 an Stelle von d_2, und die Blicklinien nehmen ihren Weg durch d_1 und d_3 nach

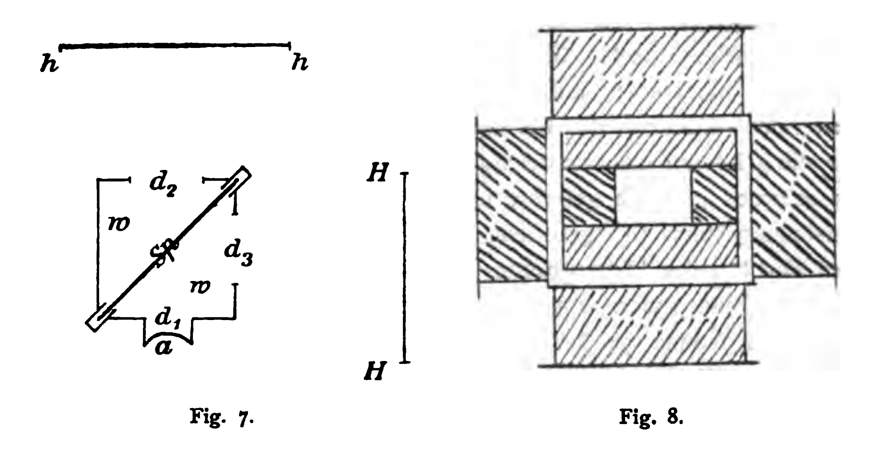


Fig. 7. Fig. 8.

dem Hintergrund *H-H*. Es ist zu ersehen, daß bei gleicher Größe von d_2 und d_3 für beide Spaltbilder leicht eine Lage gefunden werden kann, in der sie beim Auf- und Niederbewegen des Spiegels sich vollkommen decken und dann wechselsweise — in gleicher Entfernung vom Beobachter — an derselben Stelle im Raum füreinander substituiert erscheinen. Bei einer ganzen Gruppe von Versuchen mit hinter dem Fixationspunkt gelegenen Doppelbildern befand sich je ein zu fixierender Punkt auf einer Salinglasplatte im Diaphragma d_2 und d_3. Soll der Fixationspunkt in größere Ferne verlegt werden, so geschieht dies, während d_2 und d_3 aus dem Würfel entfernt werden, mittels der Rahmen Ra_0 und ra_0, welche mit dem Würfel durch je einen bis zu 40 cm ausziehbaren Balgen optisch dicht verbunden sind. Der Ausgleich der scheinbaren Größe bei zunehmender Entfernung wird durch einen in Ra_0 und ra_0 befestigten variabeln Spalt von der in Fig. 8 beschriebenen Form bewerkstelligt, der es gestattet, das Diaphragma um so viel zu vergrößern, als es durch die Änderung der

Entfernung verkleinert erscheint. Erheblichen Schwierigkeiten begegnete das Beginnen, unter Beibehaltung der Tageshelladaptation zwei vollkommen gleiche Hintergründe herzustellen. F_1, F_2, F_3 vgl. S. 159 bezeichnen die nach Westen gerichteten Zimmerfenster des Instituts. *H-H* und *h-h* sind zwei große mit Leinwand überspannte Rahmen, die in gleicher Tiefe des Zimmers aufgestellt sind. Zwei objektiv gleiche Hintergründe erwiesen sich nun, durch das Instrument betrachtet, in bezug auf Helligkeit und Farbton verschieden. Einmal konnte, abgesehen von der Lichtabsorption durch den Spiegel, wegen der Kostbarkeit großer Glasscheiben, für die großen Rahmen Ra_2 und Ra_3 nicht das äußerst lichtdurchlässige Salinglas (Deckglas) verwendet werden wie für die kleineren Rahmen ra_1, ra_2, ra_3 und Ra_1. Für die größeren Rahmen gelangte zwar eine blasenfreie, aber immerhin schwach grünlich gefärbte Glassorte zur Verwendung, wie sie zur Herstellung guter Spiegel dient. Dies hatte zur Folge, daß sich zu dem Farbton des Hintergrundes *H-H* noch das Graugrün des Glases gesellte. Zum andern entstanden aber auch durch den wechselnden Stand der Sonne große Helligkeitsunterschiede. Es erwiesen sich deshalb die Morgen- und Mittagstunden als die für die Untersuchung günstigsten, während die Tagesstunden gemieden wurden, in denen der helle Sonnenschein auf den Fenstern auflag. Die Beobachtungen unterblieben ferner bei sehr trübem Wetter und an Tagen, wo die Helligkeit durch den Zug der Wolken großen Schwankungen unterlag. Die Farbe des Hintergrundes *H-H* war so gewählt, daß sie im Spiegel betrachtet hellbraun (etwa das Braun der gewöhnlichen Kartonpappe) erschien. Durch einen Maler von Beruf wurde dieser Farbton sorgfältig nachgemischt und der Hintergrund *h-h* damit überzogen. Alsdann wurde der Hintergrund *h-h* um eine senkrechte Achse (*sa*) drehbar gestaltet, und nun gestattete das Hinwenden nach dem Fenster F_3 bzw. das Abdrehen des Hintergrundes vom Lichte überaus feine Abstufungen der Helligkeit und ermöglichte so die Gleicheinstellung zu jeder Stunde der Versuchszeit.

Es soll zuletzt nicht unerwähnt bleiben, daß der Doppelbilderapparat auch die Möglichkeit der S e l b s t e i n s t e l l u n g gewährt. Durch den über die Rollen R_1, R_2 bis R_6 laufenden Fadenzug kann ein etwa im Rahmen Ra_1 befindlicher Punkt vom Beobachter in beliebiger Distanz entfernt oder ihm angenähert werden, während der Standort

von ra_1 durch den Doppelfaden r_1r_1-r_2r_2, welcher unter dem Tisch über die in der Zeichnung nicht sichtbaren Rollen r_3r_3 und r_4r_4 nach r_1r_1 zurückkehrt, vom Platze des Beobachters aus beliebig variiert werden kann. Es bot das die Annehmlichkeit, daß der Versuchsleiter, unabhängig von einem Gehilfen, auch für sich allein am Apparat arbeiten konnte. · Ein ausgiebiger Gebrauch der Selbsteinstellung ist indes für die exakten Untersuchungen nicht gemacht worden, weil der Hände Bewegung nicht nur die Konzentration der Aufmerksamkeit störte (der Beobachter hat ja auch noch den Spiegel zu dirigieren), sondern auch der Ortswechsel der Glasplatte, der immerhin großen Last des Rahmens zufolge, zu langsam erfolgte. Es erwies sich als weit vorteilhafter, wenn ein Gehilfe den Distanzwechsel rasch und geräuschlos vollzog.

In Fig. 6 (S. 159) endlich ist noch die Vorrichtung dargestellt, die dazu diente, um den gegenseitigen Abstand der Halbbilder eines Doppelbildes in der Tiefe des in Doppelbilder zerfällten Objektes zu messen. In den horizontal genuteten Rahmen wird ein Zinkblechstreifen eingeschaltet, der in seiner Höhe bis nahezu an die horizontale Visierebene heranreicht. An Stelle des in ein Doppelbild zerfällten Punktes, der inzwischen entfernt wird, befindet sich eine vertikal stehende, starke Nadel (*N*). Zu beiden Seiten davon ragen über die beweglichen Schieber s_1 und s_2 die zueinander parallel stehenden Spitzen zweier Nähnadeln hervor, die mit der Schiebvorrichtung starr verbunden sind (n_1, n_2). Zerfällt man, durch Fixation eines davor oder dahinter gelegenen Punktes, *N* in ein Doppelbild, so erscheint gleichzeitig innerhalb des Doppelbildes von *N* je ein Halbbild der Doppelbilder von n_1 und n_2, die mittels der Schiebvorrichtung zur Deckung gebracht werden können. Die objektive Distanz zwischen n_1 und n_2 gibt dann unmittelbar für die Entfernung der Nadel *N* vom Beobachter die Größe der Lateraldistanz (Äquivalentstrecke des Gesichtswinkels der Disparation) der beiden Halbbilder des Doppelbildes von *N* an. Um bei der Messung dem störenden Einfluß negativer Nachbilder zu entgehen — es geschieht nämlich oft, daß bei der Annäherung der zur Deckung zu bringenden Halbbilder das eine davon plötzlich verschwindet, um erst nach geraumer Zeit wieder aufzutauchen —, kann man es so einrichten, daß die Spitzen der Nadeln n_1 und n_2 mit dem Fixationspunkt in gleicher Höhe liegen. Vorerst unabhängig von der

zu erzielenden Deckung wird nun erst das eine, dann das andere Nadelhalbbild so weit in die Medianebene hereingerückt, bis der Fixationspunkt auf der Spitze des Nadelhalbbildes genau aufzusitzen scheint. Ist das erreicht, so kehrt man das Gesicht vom Apparat einen Augenblick weg. Blickt man darauf wieder in den Apparat, so muß jetzt, wenn die Einstellung ausreichend genau sein soll, die Nadel haarscharf stereoskopisch einfach gesehen werden.

§ 11. Qualitative Ortsbestimmung für ungekreuzte Doppelbilder am Apparat.

Im Spalte d_2, 40 cm vom Beobachter entfernt, befindet sich der Fixationspunkt (1 mm Durchmesser) F_1 in ra_2, etwa 1 m hinter dem Fixationspunkt der in Doppelbilder zerfällte Punkt P (16 mm Durchmesser). Beide Punkte liegen auf der horizontalen Orientierungslinie. Der Spalt rechts seitwärts am Würfel (d_3) ist geschlossen; der Spiegel ist aus dem Sehfeld entfernt.

1. Ein Vergleich der Halbbilder ($P_1 P_2$) des Doppelbildes von P mit dem Eindruck, den man von P bei direkter Fixation hat, ergibt folgenden Unterschied: Die Halbbilder erscheinen relativ (Bildgröße im Verhältnis zum gesamten Sehfelde) sehr viel verkleinert, absolut (gedachte Objektgröße) sehr viel vergrößert; die Konturen sind überaus verwaschen, und das Schwarz des einfach gesehenen Punktes hat in den Halbbildern unter dem Einfluß der binokularen Mischung einem Hellgrau Platz gemacht. Entfernt man P noch weiter vom Fixationspunkt, so erscheinen die Halbbilder fast kugelig: ein schwarzer Kern in der Mitte ist umgeben von einer dunstigen Hülle.

2. Auf die an die Versuchsperson gerichtete Frage nach der Tiefenlokalisation des Doppelbildes verlautete die Antwort: »Wenn ich nicht wüßte, daß dort (Zimmerwand) das Zimmer zu Ende wäre, so würde ich sagen, das Doppelbild stehe ganz am Ende des Nachbarzimmers; in Metern geschätzt, können es 10 oder auch 20 m sein: jedenfalls stehen die Halbbilder sehr, sehr weit weg«.

3. Der Tiefenunterschied zwischen dem direkt einfach und alsdann indirekt doppelt gesehenen Punkt P kommt sehr deutlich zum Bewußtsein bei einem raschen Fixationswechsel zwischen P und F: das von P entstehende Doppelbild fliegt dann förmlich in die Ferne.

4. Erfährt ra_2 durch den Versuchsleiter eine Distanzveränderung zum Beobachter von 5—10 cm, so schätzt die Versuchsperson die dadurch bedingte Lageveränderung des Doppelbildes auf etwa 50 cm.

5. Bewegt man die in ra_2 als Objektträger fungierende Glasplatte in vertikaler Richtung auf und ab, so beschreibt das Doppelbild von *P* in Hinsicht der Tiefenlokalisation eine Parabel in dem Sinne, daß das Doppelbild in der horizontalen Visierebene liegend in größter Ferne erscheint und sich dem Beobachter nähert für den Fall, daß es darüber oder darunter liegt. — Achtet man dabei auf die Lateraldistanz der Halbbilder (gegenseitiger Abstand derselben voneinander), so ist diese am größten in der horizontalen Visierebene und wird kleiner nach unten und oben, d. h. während oben gedachter Bewegung beschreiben die Halbbilder gleichzeitig seitlich gekrümmte Bahnen.

6. Befestigt man in ra_2 etwa 1,5 cm senkrecht über oder unter *P* einen zweiten Punkt von gleicher Größe, dann ergibt sich für die außerhalb der Visierebene befindlichen Doppelbilder ein deutliches Näherstehen, welches in seinem Gefolge eine scheinbare Verkleinerung, Verschärfung der Konturen und deutliche Zunahme der Intensität dieser Doppelbilder aufzeigt (sie erscheinen schwärzer; schließt man die Augen, so sind ihre Nachbilder entsprechend heller).

7. Während der Fixationspunkt seine Lage auf der horizontalen Orientierungslinie beibehält, wird der in Doppelbilder zu zerfällende Punkt etwa 2 cm über der horizontalen Visierebene befestigt und so weit nach rechts oder links seitwärts horizontal verschoben, daß eines seiner Halbbilder für den Beobachter über den Fixationspunkt in die Medianebene zu liegen kommt. Der Tiefenunterschied zwischen den Halbbildern des Doppelbildes ist jetzt auffällig. Das äußere, also außerhalb der Medianebene befindliche Halbbild steht um vieles näher und zeigt als Begleiterscheinung scheinbare Verkleinerung, intensivere Schwarzfärbung und Verschärfung der Konturen.

8. Die Punkte *F* und *P* liegen wieder beide auf der horizontalen Orientierungslinie. Die Halbbilder des dadurch entstehenden doppelseitigen, symmetrisch zur Medianebene gelegenen Doppelbildes erscheinen in ungleichen Abständen vom Beobachter, wenn

a) die dioptrischen Verhältnisse in den beiden Augen der Versuchsperson verschiedene sind (verschiedener Grad von Myopie usw.) und ohne Augenkorrektur beobachtet wird;

b) bei korrigierter Dioptrik anderweitige Unterschiede zwischen den beiden Augen bestehen, die darum aber noch keine Dislokation des Orientierungspunktes zur Folge haben;

c) die binokulare Lokalisation gestört ist durch eine anormale Lage des Orientierungspunktes.

9. Zeitweise Tiefenunterschiede zwischen den Halbbildern von symmetrisch zur Medianebene gelegenen doppelseitigen Doppelbildern ergeben sich

a) bei partieller Inversion (siehe unten),

b) bei ungleicher Adaptation der beiden Augen für hell und dunkel (man überdecke ein Auge einige Zeit mit der Hand und blicke dann in den Apparat),

c) bei Beeinflussung der Akkommodation des einen Auges durch ein schwaches Mydriatikum (Homathropin).

10. Die Halbbilder aller einseitigen Doppelbilder zeigen ständig ungleiche Abstände vom Beobachter in dem Sinne, daß das äußere jeweils immer als das nähere empfunden wird.

§ 12. Quantitative Ortsbestimmung für symmetrisch zur Medianebene gelegene ungekreuzte Doppelbilder.

Die in d_2 und d_3 befindlichen Diaphragmen sind mit einer Salinglasplatte verschlossen und tragen in ihrer Mitte je einen Fixationspunkt (f, F) von gleicher Größe (1—1,5 mm Durchmesser); für größere Ferne werden die Spaltbilder mit Fixationspunkt in Ra_0 und ra_0 angebracht. Der in ein Doppelbild zerfällte Punkt p (16 mm Durchmesser) befindet sich je nach der zu beurteilenden Distanz in ra_2 oder ra_3. Ein zum Vergleich dienender Punkt P (24 mm Durchmesser) ist in Ra_2 befestigt. Die Zentren aller Punkte liegen auf der horizontalen Orientierungslinie. Die Spaltgröße beträgt für

39 cm Entfernung vom Beobachter 4,5 × 6,2 cm
49 » » » » 6,6 × 9,0 »
59 » » » » 8,6 × 11,9 »

Vor Beginn des Versuchs werden durch Auf- und Niederziehen des Spiegels die beiden Hintergründe auf subjektive Gleichheit eingestellt und die Diaphragmen in d_2 und d_3 samt den in ihrer Mitte befindlichen Fixationspunkten f und F sorgfältig zur Deckung gebracht.

Zur Versuchsmethode vergleiche das oben S. 152f. Gesagte.

Einübung der Versuchspersonen. Blickt man zum erstenmal in den Apparat, so ist die Lokalisation der jeweils darin sichtbaren Punkte eine ziemlich unsichere. Ein frei in der Luft schwebender Punkt ist ein durchaus ungewohnter Eindruck. Man neigt deshalb anfangs dazu, den Punkt auf den Hintergrund zu verlegen. Von dieser Täuschung wird man jedoch augenblicklich frei, wenn ein Gegenstand, dessen Größe und Aussehen bekannt ist (etwa die Hand des Versuchsleiters) zwischen der Endöffnung der Balgen und den Hintergrund gehalten wird: der Punkt schwebt dann wirklich frei in der Luft. Für die ersten Übungsversuche blieb deshalb zweckmäßig ein dem Beobachter bekannter Gegenstand dauernd zwischen Punkt und Hintergrund aufgestellt.

Die weitere Übung der Versuchspersonen zielte ab auf Elimination der »Spaltwirkung« oder »Fenstertäuschung«, die eine durchgängige Überschätzung der Tiefendistanzen zur Folge hat. Der Beobachter soll eine möglichst deutliche, der Wirklichkeit entsprechende Vorstellung von der Entfernung des Punktes P bekommen. Er nimmt deshalb von der Größe des Punktes P an Ort und Stelle Kenntnis dadurch, daß er hingeht und ihn ansieht, oder man gibt ihm einen gleich großen Punkt zum Vergleich in die Hand. Die Tiefendistanz wird ferner vom Versuchsleiter in cm angegeben oder durch eine Meßlatte auf dem Fußboden markiert. Der Rahmen, in dem sich die Glasplatte mit dem Punkte befindet, wird äußerlich irgendwie für den Beobachter gekennzeichnet. Bei kleinen Distanzen faßt die Versuchsperson wohl auch mit der Hand danach, während größere Distanzen abgeschritten oder mit ausgespreizten Armen ausgemessen werden. Es konnte jedenfalls konstatiert werden, daß die Sicherheit in der räumlichen Auffassung der in der Luft schwebenden Punkte von Tag zu Tag zunimmt. Sollte aber ein Rest von der in Rede stehenden Spaltwirkung noch vorhanden gewesen sein, so wird dieser Fehler überaus herabgesetzt durch den Umstand, daß diese Täuschung dann nicht nur für die gespiegelte Strecke, sondern auch für die damit verglichene, direkt gesehene besteht.

Für die exakten Versuche bedurfte es nur einer kurzen Zeit der Übung, um den Aufzug des Spiegels mit dem Moment des Fixationswechsels zusammenfallen zu lassen. Die falsche Handhabung des

Tabelle II.

Quantitative Ortsbestimmung für ungekreuzte Doppelbilder.

Vp.: Herr Dr. Reuther.

Myopie: L. — 1,25 D; R. — 1,50 D.

Basaldistanz: 67,0 mm.

1. Entfernung des Fixationspunktes vom Beobachter.	39,0						49,0					59,0				
2. Entfernung des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter.	54,0	64,0	74,0	84,0	94,0	104,0	74,0	84,0	94,0	104,0	114,0	84,0	94,0	104,0	114,0	124,0
3. Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Fixationspunkt.	15,0	25,0	35,0	45,0	55,0	65,0	25,0	35,0	45,0	55,0	65,0	25,0	35,0	45,0	55,0	65,0
4. Geschätzte Distanz der Doppelbilder vom Fixationspunkt.	37,0	87,0	137,0	186,0	237,0	286,0	78,0	126,0	177,0	228,0	277,0	68,0	117,0	167,0	217,0	265,0
	37,5	88,0	136,0	188,0	235,0	289,0	77,0	126,0	177,0	225,0	280,0	66,5	118,0	167,0	218,0	269,0
	38,0	89,0	136,0	184,0	235,0	285,0	79,0	128,0	177,0	226,0	276,0	67,0	115,0	168,0	219,0	266,0
	36,5	88,0	137,0	186,0	238,0	290,5	78,0	127,0	176,0	229,0	275,0	66,0	117,0	165,0	219,0	268,0
	37,0	86,0	137,5	186,5	238,5	287,0	77,0	126,0	176,5	228,0	278,0	67,0	118,0	166,0	215,0	268,0
5. Mittelwert.	37,1	87,6	136,7	186,3	236,7	287,4	77,6	126,6	176,7	227,2	277,2	66,9	117,0	166,6	217,6	267,2
6. Mittlere quadr. Abweichung der Einzeleinstellungen vom Mittelwert.	±0,5	±1,0	±0,6	±1,3	±1,5	±1,9	±0,8	±0,8	±1,0	±1,5	±1,6	±0,7	±1,7	±1,0	±1,5	±1,5
7. Absoluter Schätzungsfehler.	22,1	62,6	101,7	141,3	181,7	222,4	52,6	91,6	131,7	172,2	212,2	41,9	82,0	121,6	162,6	202,2

8. Relativer Schätzungsfehler, bezogen auf die Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Fixationspunkt.	1,47	2,53	2,90	3,14	3,30	3,42	2,10	2,62	2,93	3,13	3,27	1,60	2,34	2,70	2,95	3,11
9. Streckenäquivalent des Gesichtswinkels der Disparation, gemessen in der Tiefe des in Doppelbilder zerfällten Objektes.	—	4,34	5,86	7,53	9,37	11,04	3,24	4,80	6,23	7,02	8,75	2,84	4,07	5,01	6,18	7,35
10. Aus diesem Streckenäquivalent berechneter Gesichtswinkel der Disparation.	—	3°50′	4°18′	5°25′	5°48′	6°14′	2°46′	3°16′	3°42′	4°32′	4°32′	1°56′	2°22′	2°52′	3°10′	3°24′
11. Aus der Basaldistanz berechneter Gesichtswinkel der Disparation.	2°44′	3°50′	4°38′	5°16′	5°44′	6°08′	2°38′	3°16′	3°44′	4°08′	4°28′	1°56′	2°26′	2°48′	3°08′	3°24′
12. Scheinbare absolute Entfernung der Halbbilder von einander. (Gleichung mit einer direkt fixierten Querdistanz in einer der Täuschung gleichen wirklichen Tiefe.)	—	10,3	17,2	23,2	28,1	36,1										
13. Wirkliche Punktgröße bei der Abbildung dieser Halbbildentfernung.	—	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5										

Tabelle III.

Quantitative Ortsbestimmung für ungekreuzte Doppelbilder.

Vp.: Herr cand. phil. Hoffmann.

Emmetropisches Auge.

Basaldistanz: 66,7 mm.

1. Entfernung des Fixationspunktes vom Beobachter.	39,0						49,0					59,0				
2. Entfernung des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter.	54,0	64,0	74,0	84,0	94,0	104,0	74,0	84,0	94,0	104,0	114,0	84,0	94,0	104,0	114,0	124,0
3. Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Fixationspunkt.	15,0	25,0	35,0	45,0	55,0	65,0	25,0	35,0	45,0	55,0	65,0	25,0	35,0	45,0	55,0	65,0
4. Geschätzte Distanz der Doppelbilder vom Fixationspunkt.	38,0	88,0	135,0	187,0	234,0	286,0	77,0	128,5	177,0	224,5	279,0	66,5	115,5	166,5	218,0	264,0
	36,0	87,0	137,0	186,0	236,0	284,5	78,5	128,0	176,0	229,5	275,0	67,5	117,5	165,5	214,0	263,0
	39,0	90,0	138,0	185,0	237,0	288,0	76,5	127,0	175,0	226,5	278,0	69,0	120,0	168,5	219,0	262,0
	40,0	89,0	138,5	187,0	235,5	285,0	79,0	130,0	176,5	225,5	273,0	68,0	118,0	168,0	215,5	266,0
	38,0	89,0	137,5	186,0	237,0	284,0	78,5	128,0	174,0	227,0	275,0	68,5	117,5	165,5	215,5	265,0
5. Mittelwert.	38,2	88,6	137,2	186,2	235,9	285,5	77,9	128,3	175,7	226,6	276,0	67,9	117,7	166,8	216,4	264,0

6. Mittlere quadratische Abweichung der Einzeleinstellungen vom Mittelwert.	± 1,3	± 0,8	± 1,2	± 0,8	± 1,1	± 1,4	± 1,0	± 1,0	± 1,1	± 1,7	± 2,2	± 0,7	± 1,4	± 1,3	± 1,8	± 1,4
7. Absoluter Schätzungsfehler.	23,2	63,6	102,2	141,3	180,9	220,5	52,9	93,3	130,7	171,6	211,0	42,9	82,7	121,8	161,4	199,0
8. Relativer Schätzungsfehler, bezogen auf die Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Fixationspunkt.	1,48	2,54	2,92	3,14	3,29	3,39	2,11	2,66	2,90	3,12	3,24	1,72	2,36	2,71	2,93	3,06
9. Streckenäquivalent des Gesichtswinkels der Disparation gemessen in der Tiefe des in Doppelbilder zerfällten Objektes.	—	4,35	5,83	7,59	9,30	11,00	3,50	4,78	6,12	7,20	8,80	2,90	4,00	5,12	6,12	7,30
10. Aus diesem Streckenäquivalent berechneter Gesichtswinkel der Disparation.	—	3°48′	4°30′	5°08′	5°38′	6°02′	2°42′	3°14′	3°44′	3°58′	4°24′	1°58′	2°26′	2°52′	3°04′	3°22′
11. Aus der Basaldistanz berechneter Gesichtswinkel der Disparation.	2°42′	3°48′	4°36′	5°12′	5°42′	6°06′	2°38′	3°14′	3°44′	4°08′	4°26′	1°54′	2°24′	2°48′	3°06′	3°24′

Tabelle IV.

§ 13. Der Grenzfall zwischen einseitigen und doppelseitigen Doppelbildern.

Vp.: Herr Dr. Reuther.

						Mittelwert:
1. Entfernung des Fixationspunktes vom Beobachter.	39,0					
2. Entfernung des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter.	64,0					
3. Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Fixationspunkt.	25,0					
4. Geschätzte Distanz des doppelseitigen Doppelbildes bei symmetrischer Lage zur Medianebene.	83,5	83,0	82,0	84,0	83,0	83,1
5. Geschätzte Distanz der Halbbilder bei asymmetrischer Lage zur Medianebene. Das in Doppelbilder zerfällte Objekt befindet sich:						
a) Links seitwärts v. d. M. (rechtes Halbbild über dem Fixationspunkt)						
α) Geschätzte Distanz des linken Halbbildes vom Fixationspunkt:	67,5	68,5	68,0	66,0	69,0	67,8
β) Geschätzte Distanz des rechten Halbbildes vom Fixationspunkt:	87,0	86,0	86,0	87,0	86,0	86,4
b) Rechts seitwärts v. d. M. (linkes Halbbild über dem Fixationspunkt)						
α) Geschätzte Distanz des linken Halbbildes vom Fixationspunkt:	85,5	86,0	87,0	88,5	87,5	86,9
β) Geschätzte Distanz des rechten Halbbildes vom Fixationspunkt:	66,0	69,0	66,5	65,5	67,0	67,0

Spiegels zeigt sich in dem gleichzeitigen Doppeltsehen des fixierten und des davor oder dahinter gelegenen Punktes.

Wie oben bereits bemerkt wurde, ist es dem Beobachter gestattet, zur Erlangung eines sicheren Urteils den Eindruck, so oft und solange er nur mag, auf sich einwirken zu lassen; die individuellen Abweichungen in der Ausnützung dieser Freiheit waren denn auch sehr große.

§ 14. Ergebnisse.

1. Die Doppelbilder haben ihren scheinbaren Ort weder in der Tiefe des Fixationspunktes noch in der Ferne des in Doppelbilder zerfällten Objektes.

2. Ungekreuzte Doppelbilder werden durchgängig in weit größere Entfernung verlegt als das bezügliche stereoskopisch einfach gesehene Objekt.

3. Die Tiefentäuschung beherrscht die Vorstellung in solchem Maße, daß auch der Abstand beider Halbbilder des Doppelbildes und die Größe des Doppelbildobjektes approximativ entsprechend größer gedacht werden.

4. Bei konstanter Entfernung des Fixationspunktes vom Beobachter nimmt der absolute Schätzungsfehler zu mit der Größe des Abstandes des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Blickpunkt; bei konstanter Entfernung des in Doppelbilder zerfällten Objektes nimmt der absolute Schätzungsfehler ab mit zunehmender Ferne des Fixationspunktes vom Beobachter.

5. Im Grenzfalle von einseitigen und doppelseitigen ungekreuzten Doppelbildern steht das jeweils außerhalb der Medianebene befindliche Halbbild in scheinbar größerer Nähe. Die Differenz des Abstandes der Halbbilder des Doppelbildes vom Beobachter ist von solcher Konstanz, daß sie quantitativ bestimmbar ist (Tabelle IV).

6. Ein Vergleich der Tabelle IV, 4 mit Tabelle II, 5 (2. Kolonne) ergibt auch für außerhalb der horizontalen Visierebene gelegene Doppelbilder ein deutliches, scheinbares Näherstehen.

§ 15. Qualitative Ortsbestimmung für gekreuzte Doppelbilder am Apparat.

In ra_3, 2 m vom Beobachter entfernt, befindet sich ein Fixationspunkt von 4 mm Durchmesser (F), in ra_1, etwa 1 m vom Beobachter entfernt, der in ein Doppelbild zerfällte Punkt P (16 mm Durchmesser). Beide Punkte liegen in der horizontalen Orientierungslinie.

1. Ein Vergleich der Halbbilder ($P_1 P_2$) des Doppelbildes von P mit dem Eindruck, den man von P bei direkter Fixation hat, ergibt zwar ebenfalls Unterschiede, aber bei weitem nicht so sinnenfällige wie die bei ungekreuzten Doppelbildern beobachteten: die Halbbilder erscheinen merklich vergrößert, zeigen verschwommenere Umrisse, weichen aber in bezug auf ihre Intensitätsverhältnisse und die Helligkeitsverteilung innerhalb der Fläche des Fleckes nur ganz gering von P ab.

2. Der rasche Übergang vom direkten Einfachsehen zum indirekten Doppeltsehen des Punktes P läßt gleichfalls Änderungen in der Tiefenlokalisation erkennen: das Doppelbild rückt in größere Ferne.

3. Erfährt ra_1 durch den Versuchsleiter eine Distanzveränderung nach dem Beobachter hin oder von diesem weg, so wird die Größe derselben von der Versuchsperson an der dadurch bedingten Lageveränderung des Doppelbildes annähernd richtig geschätzt.

4. Gekreuzte Doppelbilder, die von Objekten herrühren, die unter oder über der horizontalen Visierebene ihren Ort haben, erscheinen näher als solche, die in der horizontalen Visierebene selbst liegen. Begleiterscheinungen für die näherstehenden Doppelbilder sind: scheinbare Verkleinerung, intensivere Schwarzfärbung, schärfere Konturen und scheinbar geringere Lateraldistanz der Halbbilder.

5. Im Grenzfalle von einseitigen und doppelseitigen gekreuzten Doppelbildern steht das außerhalb der Medianebene liegende Halbbild dem Beobachter näher als das in derselben befindliche. Das näherstehende Halbbild ist scheinbar kleiner, schwärzer (Nachbild heller) und von schärferer Kontur.

Die oben für ungekreuzte Doppelbilder veranstalteten Versuche S. 165f.: Nr. 5, 8, 9 und 10 fallen für gekreuzte Doppelbilder in gleichem Sinne aus.

§ 16. Quantitative Ortsbestimmung für symmetrisch zur Medianebene gelegene gekreuzte Doppelbilder.

In ra_3 befindet sich der Fixationspunkt (4 mm Durchmesser) in ra_1, auf einer in vertikaler Richtung beweglichen Glasplatte der in ein Doppelbild zu zerfällende Punkt p (16 mm Durchmesser) und in Ra_2 der zum Vergleich dienende Punkt P (24 mm Durchmesser). Alle Punkte liegen in der horizontalen Orientierungslinie.

Versuchsmethode: Durch einen Fadenzug (vgl. Fig. 6) wird die den Punkt p tragende Glastafel so weit emporgezogen, daß p aus dem Sehfeld verschwindet. Das Glas ist von solcher Größe, daß dabei der untere Rand desselben für den Beobachter unsichtbar bleibt. Man stellt nun die Gesichtslinien auf den Blickpunkt F in ra_3 ein und läßt alsdann p herabfallen. Ist die Glasscheibe in ihrer Ruhelage angelangt, dann befindet sich das Doppelbild von p in der horizontalen Visierebene. Hat der Beobachter einen deutlichen Eindruck vom Orte des Doppelbildes erlangt, so versucht er es durch direkte Fixation von p zum Verschwinden zu bringen, wobei er gleichzeitig den Spiegel herabfallen läßt. Für das Doppelbild von p wird dadurch der binokular einfach gesehene Vergleichspunkt P substituiert. Es soll alsbald eine Entscheidung getroffen werden: Was steht näher, das Doppelbild oder der Vergleichspunkt? Die Urteile werden auf den in seiner Tiefe variabeln Vergleichspunkt bezogen und mit »Zu nahe!«, »Zu weit!«, »Gut!« bezeichnet. Diese Gleicheinstellungen sind durch das Gefühl großer Sicherheit ausgezeichnet. Über die Entfernung des Fixationspunktes F darf bei diesen Versuchen keinerlei Täuschung bestehen; jede vorgenommene Änderung desselben wird dem Beobachter angezeigt. Einigen Versuchspersonen diente es zu großer Bequemlichkeit, daß sie davon abstrahieren konnten, wenn sie den Punkt p gelegentlich einfach sahen; die vertikal bewegliche Glasplatte brauchte dann nicht aufgezogen zu werden, sondern blieb ständig an ihrem Ort.

§ 17. Ergebnisse.

Die Gesetzmäßigkeiten, nach denen die Tiefenlokalisation von Doppelbildern verläuft, erweisen sich für gekreuzte Doppelbilder im allgemeinen als komplizierter. Es ergibt sich zunächst ein Unterschied

Tabelle V.

Quantitative Ortsbestimmung für gekreuzte Doppelbilder.

Vp.: Herr Dr. Reuther.

1. Entfernung des Fixationspunktes vom Beobachter.	189,0							169,0						149,0			
2. Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter.	61,0	71,0	81,0	91,0	101,0	111,0	121,0	61,0	71,0	81,0	91,0	101,0	111,0	61,0	71,0	81,0	91,0
3. Geschätzte Distanz der Doppelbilder vom Beobachter.	84,0	97,5	107,5	119,5	128,5	136,5	146,5	79,5	90,5	102,5	110,5	121,5	128,5	72,0	81,0	91,5	101,0
	86,0	95,5	106,5	116,5	126,5	135,5	144,5	80,5	90,5	101,5	110,5	120,5	131,5	71,5	82,0	92,0	101,0
	84,5	96,5	106,5	117,5	125,5	137,0	147,5	79,0	91,5	101,5	110,5	122,5	130,5	71,5	81,5	92,0	101,5
	85,5	96,5	107,5	116,5	125,5	136,5	145,5	80,5	91,0	99,5	111,5	120,5	130,5	71,5	82,0	91,5	101,5
	86,5	96,0	106,5	117,5	126,0	136,5	147,0	80,0	91,0	101,5	111,0	121,0	130,0	72,5	81,5	92,0	100,5
4. Mittelwert.	85,3	96,4	106,8	117,4	126,4	136,4	146,2	79,9	90,9	101,3	110,8	121,8	130,2	71,0	81,6	91,8	101,1
5. Mittlere quadr. Abweichung der Einzeleinstellungen vom Mittelwert.	±0,9	±0,7	±0,7	±1,1	±1,1	±0,5	±1,1	±0,6	±0,4	±1,0	±0,4	±1,0	±1,0	±0,4	±0,4	±0,3	±0,4

6. Absolut. Schätzungsfehler.	24,3	25,4	25,8	26,4	25,4	25,4	25,2	18,9	19,9	20,3	19,8	20,2	19,2	10,8	10,6	10,8	10,1
7. Relativer Schätzungsfehler, bezogen auf die Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter.	0,39	0,36	0,32	0,29	0,25	0,23	0,21	0,31	0,27	0,25	0,22	0,20	0,17	0,18	0,15	0,13	0,11
8. Äquivalentstrecke des Gesichtswinkels der Disparation, gemessen in der Tiefe des in Doppelbilder zerfällten Objektes.	4,35	4,01	3,57	3,34	2,91	2,53	2,23	4,03	3,65	3,24	2,81	2,41	1,95	3,66	3,24	2,80	2,33
9. Aus diesem Streckenäquivalent berechneter Gesichtswinkel der Disparation.	4°06′	3°14′	2°32′	2°06′	1°40′	1°18′	1°04′	3°50′	2°58′	2°20′	1°48′	1°24′	1°02′	3°26′	2°36′	1°58′	1°26′
10. Aus der Basaldistanz berechneter Gesichtswinkel der Disparation.	4°18′	3°24′	2°44′	2°12′	1°48′	1°28′	1°10′	4°02′	3°08′	2°28′	2°56′	1°32′	1°12′	3°44′	2°50′	2°10′	1°38′

Tabelle VI.

Quantitative Ortsbestimmung für gekreuzte Doppelbilder.

Vp.: Herr cand. phil. Hoffmann.

1. Entfernung des Fixationspunktes vom Beobachter.	189,0							169,0						149,0			
2. Entfernung des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter.	61,0	71,0	81,0	91,0	101,0	111,0	121,0	61,0	71,0	81,0	91,0	101,0	111,0	61,0	71,0	81,0	91,0
3. Geschätzte Distanz der Doppelbilder vom Beobachter.	86,0	98,5	109,0	118,0	129,5	138,5	149,5	79,5	90,5	100,5	110,5	120,0	131,0	71,5	81,0	92,5	100,5
	87,5	98,0	109,0	117,5	127,5	137,5	146,5	79,0	91,5	101,5	112,0	120,5	131,5	72,5	81,5	90,5	102,0
	86,5	97,5	108,0	118,0	127,5	138,5	148,0	79,5	91,0	101,0	111,5	120,5	131,5	72,0	82,0	91,5	101,0
	85,5	97,0	108,0	117,0	127,0	138,0	147,0	80,0	90,0	100,5	111,5	121,5	130,0	71,5	80,5	90,5	100,5
	86,5	96,5	107,0	117,0	128,0	135,5	147,0	79,5	90,5	101,0	110,5	120,5	132,0	71,5	81,5	91,5	101,5
4. Mittelwert.	86,4	97,5	108,2	117,5	127,9	137,6	147,7	79,5	90,7	100,9	111,1	120,6	131,2	71,8	81,3	91,3	101,2
5. Mittlere quadr. Abweichung der Einzeleinstellungen vom Mittelwert.	±0,7	±0,7	±0,8	±0,5	±0,9	±1,2	±1,1	±0,5	±0,5	±0,3	±0,6	±0,5	±0,7	±0,4	±0,5	±0,8	±0,6

6. Absolut. Schätzungsfehler.	25,4	26,5	27,2	26,5	26,9	26,6	26,7	18,5	19,7	19,9	20,1	19,6	20,2	10,8	10,3	10,3	10,2
7. Relativer Schätzungsfehler, bezogen auf die Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter.	0,42	0,37	0,33	0,29	0,27	0,24	0,23	0,30	0,28	0,25	0,22	0,19	0,18	0,17	0,14	0,13	0,11
8. Äquivalentstrecke des Gesichtswinkels der Disparation, gemessen in der Tiefe des in Doppelbilder zerfällten Objektes.	4,33	4,00	3,53	3,20	2,85	2,45	2,15	4,00	3,65	3,20	2,85	2,39	2,00	3,62	3,18	2,77	2,30
9. Aus diesem Streckenäquivalent berechneter Gesichtswinkel der Disparation.	$4^\circ 04'$	$3^\circ 12'$	$2^\circ 28'$	$2^\circ 00'$	$1^\circ 36'$	$1^\circ 16'$	$1^\circ 02'$	$3^\circ 46'$	$2^\circ 56'$	$2^\circ 14'$	$1^\circ 48'$	$1^\circ 20'$	$1^\circ 02'$	$3^\circ 24'$	$2^\circ 34'$	$1^\circ 56'$	$1^\circ 26'$
10. Aus der Basaldistanz berechneter Gesichtswinkel der Disparation.	$4^\circ 14'$	$3^\circ 20'$	$2^\circ 40'$	$2^\circ 10'$	$1^\circ 44'$	$1^\circ 24'$	$1^\circ 08'$	$4^\circ 00'$	$3^\circ 06'$	$2^\circ 26'$	$1^\circ 56'$	$1^\circ 30'$	$1^\circ 10'$	$3^\circ 42'$	$2^\circ 48'$	$2^\circ 08'$	$1^\circ 38'$

Tabelle VII.

Quantitative Ortsbestimmung für gekreuzte Doppelbilder.

	Vp.: Herr cand. phil. Hoffmann.								Vp.: Herr Dr. R.			
1. Entfernung des Fixationspunktes vom Beobachter.	129,0				109,0			89,0	109,0			89,0
2. Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter	61,0	71,0	81,0	91,0	61,0	71,0	81,0	61,0	61,0	71,0	81,0	61,0
3. Geschätzte Distanz der Doppelbilder vom Beobachter.	66,0	76,0	87,0	96,0	60,5	66,5	81,5	58,0	60,0	72,5	82,0	60,0
	65,5	73,5	84,5	95,5	59,5	69,0	80,5	57,5	62,5	71,0	83,0	58,0
	64,5	72,5	85,0	93,0	58,5	68,5	79,0	56,5	63,0	70,3	79,0	59,0
	64,0	75,0	86,0	95,0	59,5	68,0	80,5	57,5	60,0	71,0	80,0	58,0
	64,5	75,0	85,5	95,5	59,0	70,0	79,0	57,0	62,0	69,0	84,0	58,0
4. Mittelwert.	64,9	74,6	85,6	95,1	59,3	68,4	80,1	57,3	61,5	70,8	81,6	58,6
5. Mittlere quadr. Abweichung der Einzeleinstellungen vom Mittelwert.	±0,7	±1,3	±0,9	±1,1	±0,8	±1,2	±0,8	±0,5	±1,3	±1,1	±1,9	±0,8
6. Absoluter Schätzungsfehler.	+3,9	+3,6	+4,6	+4,1	−1,7	−2,6	−0,9	−3,7	+0,5	−0,2	+0,6	−2,4
7. Relativer Schätzungsfehler bezogen auf die Distanz des in Doppelbilder zerfällten Objektes vom Beobachter.	0,06	0,05	0,05	0,05	0,03	0,04	0,01	0,06	0,01	0,00	0,01	0,04

für den Blick in die Nähe und in die Ferne. Betrug der Abstand des Fixationsobjektes vom Beobachter 150 cm und mehr, so erfolgte die Tiefenlokalisation der gekreuzten Doppelbilder, bezogen auf die scheinbare Ferne des in Doppelbilder zerfällten Objektes, bestimmt im Sinne einer Überschätzung (Tabelle V und VI). Für geringere Distanzen des Fixationspunktes vom Beobachter konnte — bei individuell verschiedener Abweichung — für direktes Einfach- und binokulares Doppeltsehen annähernde Übereinstimmung in der Auffassung von Tiefendistanzen konstatiert werden, während für noch größere Nähe (80 cm und darunter) des Blickpunktes beim Doppeltsehen eine Distanzunterschätzung Platz zu greifen schien.

Für einen gegebenen Fixationspunkt ergab der begangene, absolute Schätzungsfehler bei wechselnder Ferne des in Doppelbilder zerfällten Objektes mit großer Annäherung eine Konstante, erwies sich aber in allen Fällen des gekreuzten Doppeltsehens geringer als der bei ungekreuzten Doppelbildern beobachtete.

§ 18. Vergleich zweier durch Doppelbilder abgegrenzter Tiefendistanzen durch Gleicheinstellungsversuche am Apparat.

Sind a, b und c drei in der Medianebene hintereinander gelegene Punkte, deren gegenseitiger Abstand so gewählt ist, daß $ab = bc$, so wird

1. bei Fixation von b die Distanz des gekreuzten Doppelbildes $a_1 a_2$ mit der Distanz des ungekreuzten Doppelbildes $c_1 c_2$ vom Fixationspunkt,

2. bei Fixation von a die Entfernung der beiden ungekreuzten Doppelbilder $b_1 b_2$ und $c_1 c_2$ vom Blickpunkt und

3. bei Fixation von c die Tiefendistanz des einen gekreuzten Doppelbildes $a_1 a_2$ mit der des andern $b_1 b_2$ vom Fixationspunkt verglichen werden können.

Zur Ermöglichung quantitativer Einstellungen würde es dann nur der geringen Modifikation bedürfen, daß, wenn im ersten Falle a und b in konstanter Entfernung vom Beobachter sich befinden, c zum Zwecke der Gleicheinstellung variabel gehalten wird, während im zweiten und dritten Falle b in seiner Entfernung vom Beobachter

variiert werden kann, bis die Tiefendistanzen $a—c_1c_2$ bzw. $a_1a_2—c$ der Versuchsperson durch das Doppelbild b_1b_2 von b halbiert erscheinen.

1. Versuchsgruppe.

In ra_1 befindet sich der Fixationspunkt b (2 mm im Durchmesser), in ra_0 der Punkt a (5 mm Durchmesser) und in ra_2 der Punkt c (5 mm Durchmesser). Die Anordnung involviert durch den Gebrauch von Glasplatten einen geringen Fehler; Punkt a (auf der dem Beobachter abgekehrten Fläche der Glasplatte befestigt) wird durch einfaches Salinglas hindurch, Punkt c (auf der dem Beobachter zugekehrten Seite befestigt) durch zweifaches Salinglas hindurch gesehen. Der dadurch bedingte Helligkeitsunterschied ist indes minimal.

Die Versuchsergebnisse waren ganz überraschende. Ist der wirkliche Abstand der Objekte gegeben durch $ab = bc$, so erscheint die Doppelbilddistanz $b—c_1c_2$ um sehr viel größer als die Doppelbilddistanz $a_1a_2—b$. Wider Erwarten war aber der Unterschied zwischen den beiden Doppelbildstrecken so groß, daß er durch Bewegen des Objektes c in entgegengesetzter Richtung, also nach dem Beobachter hin, nicht mehr ausgeglichen werden konnte und quantitative Versuche dadurch unmöglich wurden. Die Rahmen ra_1 und ra_2 konnten einander, der als Fuß dienenden Holzklötze wegen, nur bis auf 14 cm angenähert werden. Befindet sich aber Punkt a in etwa 50 cm Entfernung vom Beobachter, so erweist sich dieser Abstand von 14 cm zwischen den Objekten b und c unter allen Umständen, auch wenn man den Balgen ra_0 ra_1 bis zu seiner vollen Länge auszieht, die Distanz zwischen a und b also 150 cm beträgt, noch als zu groß, um beim Vergleich der Doppelbildstrecken $a_1a_2—b$ und $b—c_1c_2$ den Eindruck der Gleichheit zu haben [1]. — Nach unserem Ermessen kann der Beweis, daß die Doppelbilder ihren Ort **nicht** in der scheinbaren Ferne des in Doppelbilder zerfällten, wirklichen Objektes haben, glänzender kaum erbracht werden.

---

[1]) Die Distanz ab noch weiter zu vergrößern, schien uns deshalb nicht ratsam, weil das Doppeltsehen dann Schwierigkeiten bereitet und jener Zwang zur Stereoskopie wieder Einfluß gewinnt, den wir in allen Versuchen auszuschließen uns bemühten.



2. Versuchsgruppe.

In d_2 befindet sich der Fixationspunkt a (1 mm Durchmesser), in ra_1 der Punkt b (5 mm Durchmesser) und in ra_2 der Punkt c (10 mm Durchmesser). Der Gebrauch von Glasplatten involviert hier keinerlei Fehler, da Punkt b auf der dem Beobachter abgekehrten, c aber auf der dem Beobachter zugekehrten Seite der entsprechenden Glasscheibe befestigt ist.

Die vorgenommenen Versuche ergaben zunächst, daß sich die Schätzungsbedingungen unter den gegebenen Verhältnissen psychologisch äußerst schwierig gestalten. Wird b sehr dicht an a herangerückt, so ist der Intensitätsunterschied zwischen den beiden Doppelbildern $b_1 b_2$ und $c_1 c_2$ so groß, daß $b_1 b_2$ weit mehr als um die Hälfte näher erscheint als $c_1 c_2$; versucht man alsbald die Distanz ab dementsprechend zu vergrößern, so erhält man den Eindruck einer Kontrastwirkung in dem Sinne, daß die Doppelbilder unter sich aneinander zu rücken scheinen und nun $b_1 b_2$ als weit über der Mitte hinausstehend geschätzt wird. Eine Versuchsperson äußerte sich dahin, daß sie den Eindruck habe, als ob die Doppelbilder magnetisch wären und sich gegenseitig anzögen. Was das Tiefenbewußtsein anbelangt, so hat man die deutliche Vorstellung von einer sehr großen Tiefendistanz (a—$b_1 b_2$) und dann noch von einer sehr großen Tiefendistanz (a—$c_1 c_2$), die uns größer dünkt als die erste; ein Urteil darüber aber, wieviel der Unterschied beträgt, zu fällen, ist geradezu unmöglich. — Diesen Schwierigkeiten zu begegnen haben wir nichts unterlassen. Eine größere Annäherung an den psychologischen Tatbestand einer »Distanzhalbierung« oder »Mitteneinteilung« erreichten wir dadurch, daß wir dem Beobachter eine perspektivische Betrachtung der Punktreihe a, b, c ermöglichten, indem die Lage des Fixationspunktes a etwas tiefer, des Doppelbildes $c_1 c_2$ aber etwas höher gewählt wurde als der Ort, den jeweils das Doppelbild $b_1 b_2$ einnahm. Die Versuchsmethode erfuhr weiterhin die Modifikation, dem Beobachter vorerst nur das äußerste Doppelbild $c_1 c_2$ zu exponieren, um, ähnlich wie oben bei der Ortsbestimmung für ungekreuzte Doppelbilder (vgl. S. 95), das andere Doppelbild $b_1 b_2$ erst später im Sehfeld auftauchen zu lassen; die Versuchsperson kann sich dann nicht allein der Tiefendistanz des Doppelbildes $c_1 c_2$ besser vergewissern, sondern wird auch

vorbereitend bereits eine Vorstellung zu gewinnen versuchen können, an welcher Stelle etwa das zweite Doppelbild $b_1 b_2$ auftauchen müßte, um die Strecke a—$c_1 c_2$ annähernd zu halbieren. Das Gefühl der Sicherheit gewinnt dadurch ungemein; gleichwohl ist die Beurteilung noch sehr schwierig. Unter Beobachtung dieser Kautelen ist es alsdann bei großen Distanzen ($ab = 65$ cm, $ac = 130$ cm), weil das entfernte Doppelbild sich nicht allzu deutlich vom mittleren abhebt, noch schwer, zu sagen, ob die objektive Mitte scheinbare, subjekte Gleichheit ergibt oder nicht. Bei kleineren Distanzen ($ab = 20$ cm, $ac = 40$ cm) hingegen ist es absolut gewiß, daß, wenn $ab = bc$, die Strecke a—$c_1 c_2$ nicht halbiert erscheint, sondern die Objekte für scheinbare Gleichheit eine Anordnung etwa im Verhältnis $ab : bc = 3 : 1$ erfahren müssen.

3. Versuchsgruppe.

In ra_2 befindet sich der Fixationspunkt c, die beiden Punkte a und b in ra_0 und ra_1. Alle drei Punkte haben einen Durchmesser von 5 mm und sind so angeordnet, daß c höher, a aber tiefer in der Medianebene gelegen ist als b.

Punkt a und b wird durch einfaches, Punkt c durch doppeltes Salinglas hindurch gesehen.

Die Versuchsmethode ist so wie in der 2. Versuchsgruppe: Das nähere Doppelbild ($a_1 a_2$) wird zuerst allein exponiert, das mittlere ($b_1 b_2$) später eingeschaltet.

In diesen Versuchen konnte durchgängig eine Kontrasterscheinung in dem Sinne konstatiert werden, daß die nicht fixierten Punkte, hinsichtlich ihres Tiefenabstandes voneinander, enger zusammentreten und zwar so, daß der extremere Punkt den andern anzuziehen scheint. Bei kleinen Distanzen ist das Phänomen weit eindringlicher als bei großen. Unter keinen Umständen aber ergibt die objektive Mitte ($ab = bc$) scheinbare Gleichheit beim Doppeltsehen. Das Doppelbild $a_1 a_2$ scheint im Vergleich zu dem zugehörigen Objekt a nach hinten, das Doppelbild $b_1 b_2$ im Vergleich zu b sehr weit nach vorn zu rücken, während der Fixationspunkt c, wahrscheinlich auf Grund der Luftperspektive durch das Glas, in etwas größere Ferne verlegt wird.

4. Kapitel.

Lageveränderungen der Doppelbilder im Raume.

§ 19. Lageveränderungen der Doppelbilder im Raume auf Grund objektiver Faktoren.

Aus der Möglichkeit einer quantitativen Bestimmung des Ortes der Doppelbilder fließt mit Notwendigkeit die Konsequenz hervor, daß die Lokalisation der Doppelbilder eine bestimmte (konstant unter konstanten äußeren Bedingungen) ist. Eine weitere Frage ist nun die, wie die Lokalisation der Doppelbilder bei wechselnden äußeren Umständen sich gestaltet. Es ergibt sich alsbald, daß bei Variation der Versuchsbedingungen auch Lageveränderungen der Doppelbilder auftreten. So ist es eine hinreichend bekannte Erscheinung, daß beim Heringschen Fallversuch nicht nur infolge der schwankenden Aufmerksamkeit oder zu kurzer Expositionsdauer Fehler im allgemeinen begangen werden, sondern auch objektiv die Bedingungen so hergestellt werden können, daß die Fehler nach einer bestimmten Richtung hin ausfallen. Man erlebt z. B. die Täuschung, daß die Mehrzahl der Kugeln, auch von den hinten herabfallenden, vorn herabzufallen scheint, wenn der Fixationspunkt von solcher Größe und Farbe ist, daß seine Helligkeit einen wirksamen Faktor abgibt gegenüber der fallenden Kugel. Die hellere Kugel scheint dann, auch wenn sie hinten herabfiel, vorn zu fallen, weil, wie G. Hirth (25), M. Pickert (36) und R. Fröhlich (11) betonen, bei gleicher Entfernung der reflektierenden Körper im allgemeinen hellere Lichter als näher empfunden werden.

Oder man legt, wie es A. van der Meulen (32) und R. Greff (15) taten, prismatische Gläser vor die Augen, deren Ablenkungswinkel groß genug gewählt ist, um einen vor dem Fixationspunkt gelegenen doppelt gesehenen Punkt auf nasalwärts gelegene Netzhautstellen abbilden zu lassen im Vergleich zu den Bildpunkten des Fixationspunktes. Alle Kugeln, auch die vorn fallenden, scheinen dann hinten herabzufallen, weil für das Auge objektiv ähnliche Bedingungen bestehen wie für ein ungekreuztes Doppelbild bei normalem Sehen.

Es haben endlich auch, unabhängig von Hering, M. Sachs (37) und R. Fröhlich (11) experimentelle Veranstaltungen getroffen, aus

denen hervorgeht, daß die Lokalisation der Doppelbilder bzw. deren Halbbilder sich ändern kann auf Grund der Umgebung, in der sie sich dem Beobachter präsentieren und ein Wechsel hier konsekutiv einen Wechsel dort bedingt.

Ist sonach der Einfluß der Umstände, unter denen die Beobachtung erfolgt, auf die Lokalisation der Doppelbilder unzweifelhaft, so war es aber weiterhin für vorliegende Arbeit eine Frage von hohem Interesse, ob es auch Bedingungen geben kann, unter denen Doppelbilder in der Ebene des Blickpunktes lokalisiert erscheinen, eine Frage übrigens, die unsers Wissens Gegenstand einer wissenschaftlichen Untersuchung noch nicht war. Die Lokalisation der Doppelbilder im Horopter ist von den Gelehrten einerseits als Tatsache behauptet, anderseits heftig bestritten worden. Nun kann aber streng genommen eine Tatsache kein strittiger Punkt sein. Tatsachen, die auf Allgemeingültigkeit Anspruch erheben, müssen auch der Beobachtung zugängig sein, man muß sich von ihnen überzeugen können. Das war aber damals gerade deshalb ausgeschlossen, weil auf seiten derer, die die Möglichkeit der Doppelbilderlokalisation im Horopter behaupteten, die Kenntnis jener Bedingungen fehlte, unter denen ihre Behauptung der Nachprüfung stand hielt.

§ 20. Lageveränderungen der Doppelbilder im Raume auf Grund subjektiver Faktoren.

Es wurde oben bereits dargetan, daß Hering die Möglichkeit, Doppelbilder in der Ebene des Fixationspunktes zu lokalisieren, schon aus theoretischen Gründen ausschließt. Würden die Doppelbilder in der Tiefe des Blickpunktes gesehen, so müßten gekreuzte Doppelbilder ungemein vergrößert, ungekreuzte überaus verkleinert erscheinen, was aber nach Hering der Erfahrung widerstreitet. — Wir konnten im Gegensatz hierzu nun allerdings konstatieren, daß zwischen dem Doppelbild und dem in dieses Doppelbild zerfällten Objekte nicht allein auffallende Größenunterschiede bestehen, sondern diese sogar in dem von Hering geforderten Sinn ausfallen. Das Objekt erscheint für gekreuzte Doppelbilder relativ vergrößert, für ungekreuzte sehr viel verkleinert.

Auch die Behauptung von Donders, daß die Leere des Raumes

die Bedingung sei, unter welcher die Doppelbilder in der Ebene des Blickpunktes erscheinen, kann nach dem gegenwärtigen Stand der Untersuchung nicht mehr aufrecht erhalten werden. Der Doppelbilderapparat bietet im Sinne von Donders einen leeren Raum dar, der außer dem Fixationspunkt und dem Hintergrund keinerlei Anhaltspunkte gewährt und doch erfolgte die Lokalisation, je nach der Lage des Blickpunktes, mit großer Sicherheit vor oder hinter demselben.

Wundt und Tschermak-Hoefer endlich behaupten die Lokalisation der Doppelbilder in der Tiefe des Blickpunktes als eine Modifikation, die bei längerer Fixation eintritt. So gewiß nun auch diese Modifikation nicht die notwendige Folge der Expositionsdauer an sich sein kann, weil es, wie wir feststellen konnten, Beobachter gibt, für die das Doppelbild, auch wenn es noch so lange exponiert bleibt, eine Lageveränderung nicht erfährt, so gewiß schienen uns die von Wundt und Tschermak-Hoefer beschriebenen Beobachtungen im Zusammenhang zu stehen mit jenen Störungen (vgl. oben S. 155) bei der Ortsbestimmung der Doppelbilder am Apparat, die sich darin äußerten, daß die Doppelbilder für Momente hinsichtlich ihrer Tiefenlokalisation etwas Vages und Schwebendes und Unbestimmtes annahmen. Da aber nun in unseren Versuchen die äußeren Bedingungen konstant waren, so kann das Phänomen seinen Grund nur im Beobachter selbst haben; damit war gleichzeitig die Richtung gekennzeichnet, in der die weiteren Untersuchungen zu erfolgen hatten.

§ 21. Vorversuche.

1. Bei den Übungen im Doppeltsehen, denen wir oblagen, benützten wir eine kleine Glasplatte, auf der ein Punkt von 10 mm Durchmesser befestigt war; eine dahinter gehaltene Stricknadel diente zur Fixation. Es gelingt leicht, das von dem Punkte herrührende gekreuzte doppelseitige Doppelbild nicht auf der Glasscheibe zu lokalisieren, sondern zwischen Nadel und Glas zu sehen. Neigt man aber nun die Nadel etwas gegen das Licht, so daß ihre glänzende Spitze einen intensiveren Fixationspunkt abgibt, so steht das Doppelbild auf einmal zu beiden Seiten des Fixationspunktes. Richtet man jetzt die Nadel wieder auf, so ist der Eindruck folgender: in der linken Hand hält man ein Stück Glas, dann kommt die von der

rechten Hand gehaltene fixierte und binokular einfach gesehene Nadel und hinter dieser steht das Doppelbild des in Wirklichkeit auf der Glasplatte befindlichen Punktes, d. h. es erscheint in diesem Fall ein Doppelbild, das von einem Objekt vor dem Fixationspunkt herrührt, hinter demselben. Das ganze Phänomen ist namentlich im Anfang äußerst labil; die geringste Blickschwankung, ja schon das Geräusch vom Öffnen einer Tür versetzt das Doppelbild an seinen alten Ort vor dem Blickpunkt zurück. Hat man aber die Erscheinung nur erst einmal gehabt, so ist sie auch leicht wieder zu erzeugen, und der Versuch gelingt mit jeder Wiederholung immer besser. Man ist bald auch in der Lage die Größenverhältnisse genauer studieren zu können und findet, daß die Halbbilder, sobald sie hinter den Fixationspunkt treten, stark vergrößert erscheinen und weit verschwommenere Umrisse aufzeigen. Diese Tatsache gibt der Vermutung Raum, daß nicht allein die Akkommodation dabei im Spiele ist, sondern auch die gleichfarbige Induktion größeren Einfluß zu gewinnen scheint, während außerdem, wenn eine das Phänomen stets begleitende eigenartige Empfindung im Auge als Kompensationsdruck gedeutet werden darf, auch Konvergenzantagonismen wirksam zu werden scheinen.

2. Der bei Hering (Beiträge zur Physiologie, 5. Heft, S. 340) beschriebene Versuch wird wiederholt und bestätigt gefunden: »Halte ich eine Stecknadel nahe vors Gesicht und fixiere sie symmetrisch, halte ferner einen feinen, schwarzen Draht ein wenig nach links von der linken Gesichtslinie, aber näher als die fixierte Nadel..., so sehe ich zunächst... die beiden Trugbilder des näheren Drahtes zwar gesondert, aber beide näher als die fixierte einfach erscheinende Nadel. Fixiere ich aber anhaltend fest und konzentriere ich meine ganze Aufmerksamkeit möglichst auf die fixierte Stecknadel, so tritt das eine, dem linken Auge angehörige Trugbild plötzlich hinter die Stecknadel. Die Erscheinung tritt gerade dann am sichersten ein, wenn ich am wenigsten daran denke. Die geringste Schwankung des Blickes aber, oder auch nur der Gedanke an das zweite, näher erscheinende Trugbild versetzt das andere sogleich wieder vor die Kernfläche.« — Helmholtz, der diesen Versuch gleichfalls nachprüfte, erklärt das Gelingen desselben aus dem Entstehen negativer Nachbilder (vgl. Physiol. Optik, S. 965 f.).

Nach Kenntnisnahme vorstehender Versuche dürfte man sich der

Überzeugung nicht mehr verschließen können, daß es tatsächlich subjektive Faktoren gibt, die unabhängig von den sonstigen äußeren Bedingungen Lageveränderungen der Doppelbilder herbeiführen können. Es zeigte sich aber auch im weiteren Verlaufe der Versuche, daß man es in der Erzeugung solcher Lageveränderungen durch Übung zu einer überaus großen Fertigkeit bringen und die im Sehorgan sich zweifelsohne dabei vollziehenden Veränderungen fast vollständig in seine Gewalt bekommen kann, um sie dann willkürlich herbeizuführen. Es gelingt alsdann, nicht allein ein gekreuztes Doppelbild hinter dem Blickpunkt oder ein ungekreuztes vor diesem zu sehen, sondern man kann auch von dem gekreuzten Doppelbild nur das eine Halbbild nach hinten verlegen, während das andere vorn bleibt, und umgekehrt von einem ungekreuzten Doppelbild nur das eine Halbbild nach vorn versetzen, indes das andere seinen Ort hinter dem Fixationspunkt beibehält. Bringt man im Doppelbilderapparat hinter oder vor dem Fixationspunkt in verschiedenen Abständen vom Beobachter eine Anzahl Punkte an, so ist es in der Tat eine überraschende Erscheinung, wie man die einzelnen Halbbilder gleich Bällen im Raume willkürlich umherwerfen kann.

§ 22. Terminologie.

Im Interesse einer besseren Charakteristik der Beobachtungen dürfte es wünschenswert erscheinen, eine Vereinbarung zu treffen über die zu gebrauchende Terminologie.

1. Als Tiefenvariation eines Doppelbildes bezeichnen wir alle Lageveränderungen, welche dieses bei gleichbleibenden äußeren Bedingungen eingeht auf Grund von zentral oder peripher ausgelösten Vorgängen im beobachtenden Subjekt.

2. Den Spezialfall von Tiefenvariation, wo das Doppelbild von einem vor dem Blickpunkt gelegenen Gegenstand hinter diesem und vice versa das Doppelbild eines Gegenstandes hinter dem Fixationspunkt vor demselben lokalisiert erscheint, nennen wir Tiefeninversion.

3. Die Lokalisation eines Doppelbildes in der Ebene des Blickpunktes bildet den Grenzfall der Tiefeninversion und ist ein weiterer Spezialfall der allgemeinen Tiefenvariation.

4. Scheint endlich das eine Halbbild des Doppelbildes vor, das andere aber hinter dem Fixationspunkt zu stehen, so kann das eine partielle Inversion dieses Doppelbildes genannt werden.

Versuche am Apparat.

Die Versuche am Doppelbilderapparat setzen sich die Beantwortung folgender Fragen zum Zweck:

1. Wo d. h. an welchem Ort im Raume können Doppelbilder auf Grund eintretender Tiefenvariationen gesehen werden?

2. Welche Veränderungen gehen bei den Tiefenvariationen am Doppelbildeindruck vor sich?

3. Welche Umstände erleichtern oder erschweren den Eintritt einer Tiefenvariation?

§ 23. Tiefenvariationen und speziell Inversionen bei symmetrisch zur Medianebene gelegenen gekreuzten Doppelbildern.

Die Spaltöffnung rechts seitwärts am Würfel ist geschlossen; der Spiegel wird aus dem Würfel entfernt. In d_2 befindet sich ein Diaphragma von $4{,}5 \times 6{,}2$ cm Größe. Der Fixationspunkt ist in ra_3 angebracht und hat 5 mm im Durchmesser; der in ein Doppelbild zerfällte Punkt (16 mm Durchmesser) befindet sich in ra_1. Beide Punkte liegen auf der horizontalen Orientierungslinie. Achten wir zunächst auf den Ort, an welchem das Doppelbild gesehen werden kann, so ergibt sich folgendes:

1. Beim ersten Anblick präsentiert sich das Doppelbild dem Beobachter in seiner normalen Tiefenlokalisation, wie sie oben quantitativ bestimmt wurde. Diese Lokalisation ist eine vor allen andern ausgezeichnete einmal dadurch, daß sie große Stabilität besitzt. Für die Mehrzahl der Beobachter, denen die Tatsache der Inversion unbekannt ist, scheint das Doppelbild diesen Ort nie oder doch nur in Ausnahmefällen und momentan zu verlassen [1]); aber auch für Beobachter, die im Invertieren geübt sind, ist dieser Ort gekennzeichnet

[1]) Herr Dr. Moore hat am Apparat im Verlauf von zwei Semestern gegen 1000 Gleicheinstellungen vollzogen, ohne daß ihm — wir haben es absichtlich vermieden, ihn darin zu üben — das Phänomen der Inversion bekannt geworden wäre. Ebenso blieb diese Erscheinung den Herren Dr. Reuther und cand. philos. Hoffmann bis zur letzten Gleicheinstellung fremd.



durch die Beharrlichkeit, mit der er vom Doppelbild behauptet wird und die starke Tendenz dislozierter Doppelbilder, in diese Ausgangsstellung zurückzukehren. Zum andern ist aber auch der gesamte Totaleindruck für diese Lokalisation charakteristisch. Die beiden Halbbilder sind zwar größer als das binokular einfach gesehene Objekt, lassen aber in bezug auf die Farbenintensität kaum einen Unterschied erkennen und haben noch relativ scharfe Konturen, — bei dislozierten Doppelbildern ist das anders.

2. Das Doppelbild ist invertiert und scheint seinen Ort auf dem Hintergrund *h-h* zu haben. Die Halbbilder erscheinen dann stark vergrößert, sind viel heller und zeigen so verschwommene Umrisse, daß man meint, sie seien von einer Dunstzone umgeben. Beim Schließen der Augen läßt sich eine stark simultane Induktion an den kräftigen, negativen Nachbildern erkennen.

3. Das Doppelbild hat seinen Ort zwischen Hintergrund und Fixationspunkt. Diese Lokalisation ist sehr selten und muß als metalabil bezeichnet werden, weil es nur für Momente gelingt, das Doppelbild dort festzuhalten. Das Urteil eines Beobachters lautete: »Jetzt eben stand das Doppelbild dicht vor dem Hintergrund«.

4. Die Halbbilder erscheinen in gleicher Tiefe mit dem Fixationspunkt. Dieser Eindruck ist leicht zu erzeugen und hält der Beobachtung sehr lange stand; er besitzt unter allen Tiefenvariationen die geringste Labilität.

5. Das Doppelbild ist teilweise invertiert: Das eine Halbbild steht vor, das andere hinter dem Fixationspunkt. Das näherstehende Halbbild erscheint dabei kleiner, schwärzer und schärfer umrandet.

6. Die Doppelbilder erscheinen in einer zweiten Etappe lokalisiert: dem Fixationspunkt näher, aber noch davor. Diese Variation ist eine metalabile, an der Verschwommenheit der Konturen aber noch deutlich als solche zu erkennen.

7. Es ist uns nie gelungen, das Doppelbild in den Spalt (d_2) zu verlegen.

8. Bewegt man die Glasplatte, welche das in ein Doppelbild zerfällte Objekt trägt, in vertikaler Richtung auf und ab, während das Doppelbild invertiert ist, so scheinen sich die invertierten Halbbilder an ihrem jeweiligen Ort (Hintergrund, Ebene des Fixationspunktes usw.) in einer senkrechten Ebene zu bewegen.

An den Anhaltspunkten im Raume, die der Doppelbilderapparat dem Beobachter für die Tiefenlokalisation gewährt, nämlich dem an der Rückwand des Würfels befindlichen Spalt, dem Hintergrund und dem Fixationspunkt, konnten wir während der Inversion nur an dem letzteren eine auffallende Änderung bemerken: der Fixationspunkt wird bei eintretender Tiefeninversion an den Beobachter merklich herangedrückt.

Inversionen werden durch momentane Exposition verhindert und durch die Möglichkeit längerer Fixation begünstigt; sie werden durch einen sehr kleinen Fixationspunkt erschwert, durch einen größeren, von dem in Doppelbilder zerfällten Objekt indes verschieden großen Fixationspunkt erleichtert.

Die Lageveränderung, die das Doppelbild durch Inversion erfährt, ist eine plötzliche und sprungweise; die Veränderung im Aussehen der Halbbilder dagegen ist eine kontinuierliche: die Punkte scheinen sich rasch aufzublähen — dann stehen sie plötzlich hinter dem Fixationspunkt; sie schwinden alsdann wieder rasch zusammen, wobei sie an Intensität gewinnen und schärfere Umrisse annehmen — dann stehen sie mit einem Ruck wieder vorn.

§ 24. Tiefenvariationen und speziell Inversionen bei symmetrisch zur Medianebene gelegenen ungekreuzten Doppelbildern.

Die Spaltöffnung d_3 ist geschlossen, der Spiegel aus dem Würfel entfernt. Der in ein Doppelbild zerfällte Punkt (16 mm Durchmesser), mit dem Fixationspunkt auf der horizontalen Orientierungslinie liegend, befindet sich in ra_2.

I. Ein winzig kleiner Fixationspunkt wird im Diaphragma d_2 angebracht.

Außer der normalen Lokalisation des Doppelbildes weit hinter dem Fixationspunkt und dem doppelt gesehenen Objekt konnten wir konstatieren:

1. Die Lokalisation des Doppelbildes in einer zweiten Etappe, näher dem Fixationspunkt, aber noch hinter diesem (etwa in der Tiefe des in Halbbilder zerfällten Objektes),

2. Die Lokalisation der Halbbilder zu beiden Seiten des Fixationspunktes im Spalt,

3. In einigen wenigen Fällen sogar vor dem Spalte innerhalb des Würfels. Dabei scheint der Fixationspunkt vom Beobachter weggedrückt zu werden.

II. Ein größerer Fixationspunkt (5 mm Durchmesser) wird in d_8 befestigt.

Eine Erleichterung der Inversionen ist sofort zu bemerken. Bei eintretender Tiefenvariation wird der Fixationspunkt alsdann in größere Ferne verlegt und erscheint deutlich vergrößert.

III. Der Fixationspunkt ist 40 cm hinter dem Spalt in ra_0 befestigt; der in Halbbilder zerfällte Punkt wird dementsprechend weiter weggerückt.

1. Das Doppelbild erscheint jetzt in einer neuen Etappe zwischen Fixationspunkt und Spalt und zwar um ein Dritteil der Distanz näher am Fixationspunkt.

2. Das Doppelbild wird weniger leicht in die Ebene des Fixationspunktes (obwohl es auch dort gesehen werden kann) verlegt, dafür aber um so leichter in den Spalt.

3. Bei dieser Lage des Fixationspunktes gelingt es um keinen Preis, das Doppelbild vor dem Spalt, also im Würfel drin, zu sehen.

In allen Fällen steht das invertierte Doppelbild nicht so weit vor dem Fixationspunkt als es ehedem, bei normaler Lokalisation, hinter diesem lokalisiert zu sein schien; die Halbbilder auf den Hintergrund zu verlegen, konnte durch keinerlei Variation erreicht werden.

Zu den Veränderungen, die der Gesamteindruck des Doppelbildes bei der Tiefeninversion erfährt, ist zu bemerken, daß diesfalls die Halbbilder verkleinert, an Intensität heller und in ihren Konturen verwaschener erscheinen; das Phänomen ist aber hier bei weitem nicht so eindringlich wie bei der Tiefeninversion gekreuzter Doppelbilder.

5. Kapitel.

§ 25. Zur Theorie der Tiefenlokalisation von Doppelbildern.

Nach der Problemstellung hat eine erklärende Zusammenfassung der Ergebnisse vorliegender Arbeit den Versuch zu machen, die Tiefenlokalisation der Doppelbilder aus den Raumfaktoren zu entwickeln, die das normale Einfachsehen bedingen. In gewissem Sinne scheint dieser Weg in der Tat mit Erfolg beschritten werden zu

können. Helmholtz weist wiederholt darauf hin, daß für deutlich getrennte Doppelbilder hinsichtlich ihrer Tiefenlokalisation ähnliche Bedingungen Platz zu greifen scheinen, wie sie für das monokulare Einfachsehen bestehen. Durch einen größeren Abstand der Halbbilder eines Doppelbildes voneinander werden wir frei von dem Zwang, sie stereoskopisch vereinigen zu müssen; damit hört aber gleichzeitig, so sagt Helmholtz, die binokulare Tiefenwahrnehmung ganz auf; »man kann die wahre Entfernung des ferneren Gegenstandes gar nicht mehr erkennen und daher nur, wie beim monokularen Sehen, seine scheinbare Größe mit der scheinbaren des fixierten Objektes vergleichen, und als Maßstab für beide die durch zweiäugiges Sehen bestimmte wahre Größe des letzteren benützen, wobei dann natürlich die damit verglichene Größe des entfernten viel zu klein ausfallen muß (22)[1])«.

Fixiert man seinen Finger, während die Aufmerksamkeit gleichzeitig einer gegenüberliegenden Häuserreihe zugewandt ist, so wechseln die Häuser ihre scheinbare Größe, je nachdem das Fixationsobjekt in größere oder geringere Ferne vom Gesicht gehalten wird. »Entfernt man den Finger, so nimmt die Winkelgröße des Fingers ab, relativ zu ihm wird die Winkelgröße der Häuser also größer, und wir brauchen den Finger als konstanten Maßstab, da dessen lineare Größe und Entfernung fortdauernd deutlich wahrgenommen wird, die der entfernten Häuser aber nicht (23)[2])«. Was Helmholtz zunächst darzulegen beabsichtigt, ist klar: dem monokularen Einfach- und binokularen Doppeltsehen sind Größentäuschungen gemeinsam! Wir können aber nun von der Relation der Gesichtswinkelgrößen leicht zu einem Tiefenbewußtsein gelangen, wenn wir eine deutliche Vorstellung von der wirklichen Größe des zu schätzenden Objektes besitzen. Diese Kenntnis wird aber dadurch vermittelt, daß wir einen Finger und ein Haus, in gleichen Abständen vom Beobachter befindlich, miteinander vergleichen können. Bewegt man nun, wie oben beschrieben, den als Fixationsobjekt fungierenden Finger von sich weg oder auf sich zu, so kann die Relation der beiden Gesichtswinkelgrößen eine doppelte Deutung erfahren: entweder die Häuser

---

[1]) l. c. 27.
[2]) l. c. 869.

werden bald größer, bald kleiner vorgestellt — dann werden sie in ungeänderter Entfernung gesehen, oder aber die Häuser werden in ihrer wirklichen, also konstanten Größe gedacht — dann werden sie dem Beobachter in wechselnder Tiefe erscheinen müssen. Das Produkt aus Tiefenbewußtsein und Größenbewußtsein ist danach immer annähernd eine Konstante. Für das monokulare Sehen hat Hering neben der Größentäuschung auch diese Tiefentäuschung schon beobachtet. Wir zitieren von ihm die nachstehenden beiden Versuche. Zunächst die Größentäuschung: »Wenn ich von meinem Arbeitstische aufsehe, steht mir ein Schrank gegenüber, dessen Größe mir selbstverständlich annähernd bekannt ist. Halte ich nun meine Hand 8 Zoll vor ein Auge, während das andere geschlossen ist, und bewege sie nicht zu schnell, so daß mein Auge ihr folgen kann, gerade vorwärts bis auf 24 Zoll Entfernung, indem ich meinen Blick auf sie hefte, so sehe ich den etwa 8 Ellen von meinem Auge entfernten Schrank deutlich größer werden; führe ich die Hand in ähnlicher Weise zurück, so schrumpft er wieder zusammen (16)[1]«.

Nun wird weiterhin aber auch die Tiefentäuschung beobachtet: »Wenn ich mich vor einem großen Spiegel so aufstelle, daß ich ihn eben noch mit der Hand erreichen kann, dann ein Auge bedecke und zwischen das andere und das Spiegelbild meines Gesichts eine Hand bringe, so scheint mir diese Hand, wenn ich sie zwischen Spiegel und Gesicht hin- und herführe, abwechselnd größer und kleiner zu werden, während ich das von meiner Hand teilweise bedeckte Spiegelbild meines Kopfes betrachte. Sammle ich aber meine Aufmerksamkeit fast ganz auf der Hand, während ich gleichwohl meinen Kopf im Spiegel nebenher leicht beachte, so scheint mir derselbe, wenn die Hand sich meinem Auge nähert, zwar nicht gerade kleiner zu werden, wohl aber sich entsprechend vom Spiegel zu entfernen; kommt dagegen die Hand zum Spiegel zurück, so kommt auch das Spiegelbild meines Kopfes wieder näher[2].«

So gewiß nun auch die Helmholtzsche Vermutung bezw. Annahme, die Gesetzmäßigkeiten des monokularen Einfachsehens mutatis mutandis auf das binokulare Doppeltsehen übertragen zu können,

---

[1]) l. c. I, 16.
[2]) l. c. I, 18.

gerechtfertigt zu sein scheint, so gewiß ist es aber auch, daß speziell bei der Tiefenlokalisation der Doppelbilder das Tiefenbewußtsein im Wesentlichen nicht aus dem Größenbewußtsein abgeleitet sein kann. Aus drei Gründen:

1. Die bei der Lokalisation von Doppelbildern beobachtete Tiefentäuschung besteht, wenn auch nicht in vollem Umfange, so doch eindringlich genug fort für den Fall, daß man überhaupt kein Fixationsobjekt benützt, sondern durch einfaches Schielen die Gesichtslinien auf einen vor dem zu schätzenden Objekt gelegenen, imaginären Fixationspunkt einstellt.

2. Die Tiefenschätzung auf Grund der relativen Größenschätzung nach dem Gesichtswinkel muß sich notgedrungen beschränken auf bekannte Objekte. In unsern Versuchen über die Tiefenlokalisation von Doppelbildern aber konnte dargetan werden, daß das, was den Tiefenort bestimmen soll, nämlich die deutliche Vorstellung der Größe des wirklichen in Doppelbilder zerfällten Objektes, dem Beobachter vollständig fehlte.

3. Verhütet man es, daß die Versuchsperson das in Doppelbilder zerfällte Objekt vorher stereoskopisch einfach sieht, so wählt diese, wenn sie veranlaßt wird, die wirkliche Objektgröße nach dem Doppelbildeindruck zu schätzen, aus einer ihr dargebotenen Serie von Punkten stets einen zu großen Punkt aus (vgl. Tabelle II, 13, S. 168) d. h. im Anschluß an die von uns beobachtete Tiefentäuschung tritt eine Größentäuschung in Erscheinung entgegengesetzt verschieden von derjenigen, wie sie auf Grund der Gesichtswinkeltäuschung beobachtet wird.

Wir schließen daraus, daß die Tiefentäuschung bei der Lokalisation von Doppelbildern mit der in Rede stehenden Gesichtswinkeltäuschung in gar keinem oder doch nur losem Zusammenhang steht. Immerhin aber dürfte es bemerkenswert sein, daß die Konsequenz der Gesetzmäßigkeit, die wir fanden (scheinbare absolute Vergrößerung des Objekts), unter Umständen versteckt erscheinen kann hinter jenem Nebenerfolg der relativen Schätzung nach dem Gesichtswinkel. Die Helmholtz-Heringsche Beobachtung über die Größentäuschung zeigt nämlich, daß ein bekanntes Objekt, unter denselben Bedingungen, unter denen die Tiefentäuschung und ihre Konsequenz eintreten muß, sogar unterschätzt wird in seiner scheinbaren absoluten Größe. Die

Überdeckung der Konsequenz der Tiefentäuschung durch die Größentäuschung bei bekannten Objekten hat offenbar die völlig selbständige, von Größenschätzung unabhängige Tiefenschätzung vollständig übersehen lassen. Hering erwähnt die Tiefentäuschung neben der Größentäuschung, ohne indes auf die theoretische Begründung näher einzugehen. — Es war aber die weitere Gefahr vorhanden, die Größentäuschung, welche die Konsequenz der von uns beobachteten Tiefentäuschung überdeckt, sogar ihrerseits mit dieser für identisch zu halten; denn nachdem einmal die vollständig selbständig begründete Größentäuschung das Objekt (absolut) kleiner erscheinen läßt, konnte man annehmen, daß dadurch eine Tiefentäuschung in dem Sinne entstehe, daß durch eine Verwechslung von absoluter und relativer scheinbarer Größe das Objekt in größere Ferne verlegt werde. Vielleicht — einige Äußerungen deuten darauf hin — hat Helmholtz tatsächlich die auch bei bekannten Objekten vorhandene, wirkliche Vergrößerung der scheinbaren Tiefe nicht nur beobachtet, sondern theoretisch in dieser Weise sich auch zu erklären versucht, während aus unserer ganzen Betrachtung erhellen wird, daß die scheinbar größere Entfernung des bekannten Objektes nur die restierende Täuschung auf völlig selbständiger Grundlage darstellt, die sogar alle ihr entgegen gerichteten Einflüsse der Schätzung nach dem relativen Gesichtswinkel zu überwinden imstande ist.

Bisher sind aber nun auch alle weiteren Versuche gescheitert, die Phänomene des Doppeltsehens aus bekannten Raumfaktoren einwandfrei abzuleiten. Es könnte naheliegend erscheinen, die Veränderung der dioptrischen Präzision für außerhalb der Fixationsebene befindliche Reize für die Tiefentäuschung beim Doppeltsehen verantwortlich zu machen. In der Tat würden die Akkommodationsunterschiede nicht allein eine Verschiebung sämtlicher nicht fixierter Objekte in die Tiefe erklären, sondern vielleicht auch die objektiv richtigere Auffassung der räumlichen Anordnung von Objekten vor dem Fixationspunkt wegen der relativ geringen Verschwommenheit begreiflich erscheinen lassen. Ein Widerspruch bildet sich indes heraus, wenn man sein Augenmerk darauf richtet, inwieweit z. B. für ungekreuzte Doppelbilder (bei zunehmender Entfernung vom Fixationspunkt) die Zunahme der Tiefentäuschung mit der Zunahme des Grades der Verschwommenheit gleichen Schritt hält. Es ergibt sich alsdann,

daß die Tiefentäuschung anfangs langsam und später sehr rasch zunimmt, während es sich mit der Zunahme der Zerstreuungskreise gerade umgekehrt verhält. Die Schwierigkeit dieser Ableitung aus den rein dioptrischen Verhältnissen läßt darum auf weitere psychologische Ursachen schließen, deren Kenntnis uns heute noch mangelt.

Müssen wir also zurzeit noch darauf verzichten, unsere Arbeit durch eine umfassende Theorie abzuschließen, so glaubten wir doch, das von uns gesammelte Tatsachenmaterial der Öffentlichkeit nicht länger vorenthalten zu dürfen. Eine nachträgliche Ergänzung unserer Abhandlung in theoretischer Hinsicht behalten wir uns indes für später vor und hoffen eine solche in allernächster Zeit schon beibringen zu können, da speziell auf die Gewinnung einer Theorie gerichtete Versuche bereits in Angriff genommen worden sind.

Was die theoretische Begründung der Tiefenunterschiede unter den Halbbildern ein und desselben Doppelbildes betrifft, so werden wir uns hier auf das kürzeste fassen können, da dieses Phänomen schon vielfach Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung gewesen ist

In unserer eigenen Arbeit haben wir zunächst versucht, so weit sich dazu die Gelegenheit bot, das Beobachtungsmaterial durch Beiträge zu vermehren. In theoretischer Hinsicht bemerken wir hierzu, daß neben andern Faktoren vor allem den verschiedenen Bedingungen des Wettstreites der Sehfelder, wie sie durch die zentrale bzw. exzentrische Lage der Bildpunkte eines Halbbildes auf der Netzhaut gegeben sein können, ein bisher wenig beachteter Einfluß zuzukommen scheint. Die Bedingungen für binokulare Mischung sind offenbar in der fovea centralis am günstigsten; daher mischt sich denn auch im Grenzfall von einseitigen und doppelseitigen Doppelbildern das Schwarz des median gelegenen Halbbildes leicht mit dem Braun des Hintergrundes, wodurch das Halbbild ein helleres und gleichzeitig verwascheneres Aussehen erhält. Für das exzentrisch gelegene Netzhautbild des andern Halbbildeindruckes dagegen besteht ein wirklicher Wettstreit der Sehfelder, in welchem auf Grund der Herrschaft von Konturen das Halbbild Sieger bleibt. Infolge der schärferen Umrandung hebt es sich deutlicher vom Hintergrund ab und erscheint eben wegen der damit gegebenen Kontrastwirkung alsdann auch intensiver und deshalb näher.

Durch ein eingehendes Studium der Tiefenvariationen beim Doppeltsehen sind wir befähigt worden, zwischen den so weit auseinandergehenden Ansichten über die Möglichkeit einer Lokalisation der Doppelbilder im Horopter eine vermittelnde Stellung einnehmen zu können. Nach der individuell stark verschiedenen Disposition der Beobachter zu Tiefeninversionen beim Doppeltsehen muß es begreiflich erscheinen, daß sich tatsächliche Beobachtungen bis heute scheinbar als Widersprüche gegenüberstehen konnten. Gleichwohl ist das Phänomen der Doppelbild-Tiefenvariation nicht ein Vorzug einiger weniger Beobachter, sondern durch Übung jedermann in ähnlicher Weise zugänglich, wie etwa die Umkehrtäuschungen bei geometrisch-perspektivischen Figuren, mit denen wir auch jene Doppelbildinversionen am ehesten vergleichen möchten. Ihre Labilität läßt sie uns am besten als momentane Störung der normalen Lokalisation charakterisieren. Der Versuch Herings einer nativistischen Erklärung der schon von ihm beobachteten Erscheinung einer partiellen Inversion (siehe oben S. 188, 2!) aus den »Raumgefühlen der Netzhaut« hat sich für die Ableitung der räumlichen Lage einseitiger Doppelbilder als unzulänglich erwiesen. »Die beiden Trugbilder eines einseitigen d. h. auf entsprechenden Netzhauthälften liegenden Doppelbildes haben — nach dem Theorem vom Ortssinn der Netzhaut — entgegengesetzte Tiefenwerte, d. h. das eine müßte der Theorie nach vor, das andere hinter der Kernfläche erscheinen ... Es ist vom höchsten Interesse« fährt Hering fort »und war mir ein zwingender Beweis für die wesentliche Richtigkeit der oben entwickelten Theorie, daß ich die einseitigen Doppelbilder bei ganz fester Fixation wirklich so sehe, wie es die Theorie erfordert. Es handelt sich hierbei nicht um einen Einfluß der Reflexion, sondern die Erscheinung tritt auch gegen meine Intention ein und oft, wenn ich es am wenigsten erwarte ... (16)[1])« — — Hierauf folgt die Beschreibung jenes von uns (S. 188, 2) zitierten Versuches, bei welchem Hering eine charakteristisch normale partielle Tiefeninversion eines Doppelbildes erlebt. Trotz der großen Labilität des Phänomens hält Hering diese partielle Inversion für die normale Lokalisation des Doppelbildes und umgekehrt die durch große Konstanz ausgezeichnete wirklich normale

[1]) l. c. V, 340.

Lokalisation des Doppelbildes für eine durch störende Einflüsse modifizierte, während durch die Ergebnisse vorliegender Arbeit genugsam bewiesen sein wird, daß die nach der nativistischen Theorie a priori zu erwartende Lokalisation der Halbbilder eines einseitigen Doppelbildes sich als eine, nur momentan bestehende, partielle Tiefeninversion erweist, und eine Lokalisation entgegengesetzt der zu erwartenden als die normale betrachtet werden muß. Aber auch der von Helmholtz unternommene Versuch, die von Hering beobachtete Inversion aus dem Entstehen negativer Nachbilder zu erklären, muß als unzulänglich bezeichnet werden, schon deshalb, weil man — entsprechende Übung vorausgesetzt — Tiefeninversionen beim Doppeltsehen in jedem Augenblick willkürlich eintreten lassen kann. Ein energisches Hineinversetzen in eine bestimmte Tiefenvorstellung genügt, um den Sinneseindruck momentan entsprechend abgeändert erscheinen zu lassen.

Literaturnachweis.

1. Aguilonius, Franciscus, Opticorum libri sex. Antwerpiae 1613.
2. Le Conte, Joseph, Die Lehre vom Sehen. 1883. Internationale wissenschaftl. Bibl. Bd. 55.
3. Cornelius, C. S., Zur Theorie des Sehens. Halle 1864.
4. Czermak, J., Zur Lehre von den Doppelbildern, die beim Sehen mit beiden Augen entstehen. Wiener Sitzgsber. d. K. Ak. d. W. 1855. Math. naturw. Abt. Bd. 15.
5. Din, Lucas, De visione quae oculo fit gemino. Inaugdiss. Jenae 1714.[1])
6. Donders, Das binok. Sehen und die Vorstellung von der dritten Dimension. Arch. f. Ophth. Bd. 13.
7. ——, Die Projektion der Gesichtserscheinungen nach Richtungslinien. 1871. Arch. f. Ophth. Bd. 17.
8. Emsmann, H., Über Doppeltsehen. 1855. Pogg. Ann. Bd. 16.
9. Fechner, Über einige Verhältnisse des binok. Sehens. Leipzig.
10. Förster, Über das Näherstehen der tieferen Doppelbilder bei Lähmung des Musculus obliquus superior. 1859. 37. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur.

---

[1]) Joh. Müller macht am Eingang seiner Abhandlung »Von dem natürlichen Doppeltsehen« zwei Werke namhaft: »Lucas Din, de visione quae oculo fit gemino, Jen. 1714« und »Wedel, de visione quae oculo fit gemino, in Halleri disputat. select. T. IV.«, die sich beim Nachsehen als ein und dasselbe Schriftstück erweisen; Joh. Ad. Wedel war im Sommersemester 1714 Dekan, Lucas Din Doktorandus an der Universität Jena.

11. Fröhlich, R., Unter welchen Umständen erscheinen Doppelbilder in ungleichen Abständen vom Beobachter. 1895. Arch. f. Ophth. Bd. 41 (3).
12. von Graefe, A., Über eigentümliche noch unerklärliche Anomalien in der Projektion der Netzhautbilder. 1855. Arch. f. Ophth. Bd. 1 (3).
13. Graefe, Alfr., Klinische Analyse der Motilitätsstörungen des Auges. Berlin 1858. S. 106.
14. ——, Die Förstersche Ansicht »über das Näherstehen der tieferen Doppelbilder bei Trochlearisparalyse« betreffend. 1860. Arch. f. Ophth. 7 (2).
15. Greff, R., Untersuchungen über binok. Sehen mit Anwendung des Heringschen Fallversuchs. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 3. 1891.
16. Hering, Ewald, Beiträge zur Physiologie. 1.—5. Heft. Leipzig 1862—65.
17. ——, Das Gesetz der identischen Sehrichtung. Reichert und du Bois-Reymonds Arch. 1864.
18. ——, Die Gesetze der binokularen Tiefenwahrnehmung. S. 79ff. und 152ff. Reichert und du Bois-Reymonds Arch. 1865.
19. ——, Die Lehre vom binokularen Sehen. Leipzig 1868.
20. ——, Physiologie des Gesichtssinnes: Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges. 1879. Herrm. Handb. d. Physiol. III, 1.
21. Helmholtz, Über das Sehen des Menschen. Leipzig 1855.
22. ——, Über den Horopter. 1864. Arch. f. Ophth. Bd. 10.
23. ——, Physiol. Optik: Das binokulare Doppeltsehen. S. 841ff.
24. Hillebrand, Franz, In Sachen der optischen Tiefenlokalisation. 1898. S. 124ff. Zeitschr. f. Psychol. Bd. 16.
25. Hirth, G., Das plastische Sehen als Rindenzwang. 1892.
26. Hoppe, J., Psych.-physiol. Optik. S. 300ff. Leipzig 1881.
27. Hofmann, F. B., Die neueren Untersuchungen über das Sehen der Schielenden. 1902. Ergebnisse der Physiol. Bd. II.
28. Lipps, Th., Grundtatsachen des Seelenlebens. Bonn 1883. S. 566ff.
29. von Martini, F., Die Lage der Doppelbilder bei binok. Sehen. Frauenfeld 1888. Mitteilg. d. Thurg. naturf. Ges. Heft 8.
30. Mauthner, Lehrbuch der Augenmuskellähmungen. Wiesbaden 1889. S. 474ff.
31. Meißner, Beiträge zur Physiologie des Sehorgans. Leipzig 1826. S. 121f.
32. van der Meulen, Stereoskopie bei unvollkommenem Sehvermögen. 1873. Arch. f. Ophth. Bd. 19.
33. Müller, Joh., Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes des Menschen und der Tiere. Leipzig 1826. S. 167ff.
34. Nagel, Albr., Das Sehen mit zwei Augen und die Lehre von den identischen Netzhautstellen. (S. 88: Doppeltsehen mit zwei Augen.) Heidelberg und Leipzig 1861.
35. ——, Über die ungleiche Entfernung von Doppelbildern, die in ungleicher Höhe gesehen werden. 1862. Arch. f. Ophth. Bd. 8.
36. Pickert, M., Untersuchungen mittels des Heringschen Fallversuchs. Inaug.-Diss. Göttingen 1893.
37. Sachs, M., Über das scheinbare Näherstehen des unteren von zwei höhendistanten Doppelbildern. 1890. Arch. f. Ophth. Bd. 36.
38. Schön, W., Zur Lehre vom binok. indirekten Sehen. Arch. f. Ophth. Bd. 22 (4). 1876.

39. Schulz, Über physiol. Gesichts- und Farbenerscheinungen. 1816. Schweiggers Journal f. Phys. u. Chemie.

40. Tschermak, A. und P. Hoefer, Über binok. Tiefenwahrnehmung auf Grund von Doppelbildern. 1903. Pflügers Arch. Bd. 98.

41. Volkmann, Alfr., Einfach- und Doppeltsehen. 1846. Wagners Handwörterb. d. Physiol. Bd. III, S. 317.

42. ——, Physiologische Untersuchungen im Gebiete der Optik. Leipzig 1863—64.

43. Wundt, W., Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. Heidelberg und Leipzig 1862.

44. ——, Grundzüge der physiologischen Psychologie. Bd. II[5], 600ff. Leipzig 1903.

45. ——, Grundriß der Psychologie[6]. Leipzig 1904. S. 161f.

Inhaltsübersicht.

1. Kapitel: Historische Übersicht.

2. Kapitel: Vorbemerkungen und erste Versuchsergebnisse.

3. Kapitel: Die exakte Ortsbestimmung für Doppelbilder am Apparat.

4. Kapitel: Lageveränderungen der Doppelbilder im Raume.

Die Theorie der Konsonanz.

Eine psychologische Auseinandersetzung vornehmlich mit C. Stumpf und Th. Lipps.

(Fortsetzung.)

Von

Felix Krueger.

Der bisher erschienene erste Teil dieser Arbeit [1]) hatte es mit methodischen und allgemeinpsychologischen Fragen zu tun, deren Erörterung beim gegenwärtigen Stande des Konsonanzproblems gefordert schien. Wie schon angekündigt, sollen jetzt im Zusammenhange alle die Einwände und Bedenken zur Sprache kommen, die speziell gegen meine tonpsychologischen Beobachtungen und die darauf gegründete Auffassung von der Konsonanz erhoben worden sind. Ich beginne mit der von Lipps hieran geübten Kritik. Diese Kritik bewegt sich durchweg mehr im Abstrakten und allgemein Theoretischen als die von Stumpf veröffentlichte. Sie bedeutet eine entschiedene Ablehnung aller meiner konsonanztheoretischen Arbeiten.

III. Lipps' Einwände.

A. Seine allgemeine Stellungnahme.

Wie früher erwähnt worden ist (oben, Bd. I, 311 f.), bestreitet Lipps jeden Zusammenhang meiner akustischen Untersuchungen mit der Frage der Konsonanz und Dissonanz. Ein Kapitel seiner neuen Abhandlung über das Konsonanzproblem trägt die Überschrift »Kruegers Theorie« und enthält kritische Gedanken über einige meiner Ergebnisse.

---

[1]) S. Bd. I dieser Zeitschrift (1906), S. 305—387.

Die Wiedergabe dieser Ergebnisse, von der mein Kritiker, wie billig, ausgeht, ist leider so summarisch und ungenau, daß niemand daraus eine einigermaßen deutliche Vorstellung von der zu bekämpfenden Theorie oder den zugrunde liegenden Tatsachen gewinnen kann. Erklingen, sagt Lipps, die beiden Töne 200 und 300 gleichzeitig, so kann man »bei genügender Aufmerksamkeit« zugleich den Ton 100 hören. Das ist ein Differenzton erster Ordnung. »Zu den Differenztönen erster Ordnung treten bei Zusammenklängen Differenztöne zweiter Ordnung usw. Mitunter [?] nun liegen, wenn zwei Töne zusammenklingen, irgendwelche dieser Differenztöne einander so nahe, daß sie einen ‚verstimmten Einklang' ergeben. Von diesen verstimmten Einklängen, meint Krueger, sie machen zum wesentlichen Teile die Dissonanz aus. Oder, wenn wir die Sache allgemeiner und vollständiger fassen, das Wesen der Dissonanz besteht für Krueger der Hauptsache nach in gewissen Nebentönen oder akustischen Nebengebilden, die gleichzeitig mit den dissonanten Tönen hörbar werden. Diese Nebengebilde tragen in sich etwas Unreines oder Unsauberes; dies bringen sie in den Zusammenklang hinein und dadurch wird derselbe dissonant«.

Welcher Art diese von mir als »charakteristisch« bezeichneten und recht genau beschriebenen »Nebengebilde« sind, die ganze reiche und wohlabgestufte Mannigfaltigkeit der Kombinationserscheinungen überhaupt, nach Anzahl, Tonlage, Toncharakter, Stärkeverhältnissen und dgl., — alles dieses scheint Lipps von vornherein für so »unwesentlich« zu halten, daß er, über die angeführten Sätze hinaus, schlechterdings nichts davon berichtet. Nirgends erwähnt er die strenge Gesetzmäßigkeit, mit der jene Teilempfindungen bei jeder Änderung des primären Intervallverhältnisses sich ändern, — in durchgängigem Parallelismus zu den Unterschieden des Konsonanzbewußtseins, einschließlich der begleitenden Gefühle. Meine Auffassung von der Konsonanz wird so dargestellt, als erklärte ich das Bewußtsein der Konsonanz ausschließlich durch »die Abwesenheit von etwas« (S. 156), die Abwesenheit nämlich der die Dissonanz charakterisierenden Empfindungsinhalte. Lipps vergißt zu erwähnen, daß ich in allen konsonanten Zusammenklängen ganz bestimmte, qualitativ und intensiv ausgezeichnete Teiltöne experimentell nachgewiesen habe: Differenztöne insbesondere, die in ihren Eigenschaften

und Relationen von den entsprechenden Teilempfindungen der Dissonanzen in immer der gleichen Richtung wesentlich abweichen (in derselben Richtung nämlich, in der der reine musikalische Einzelklang sich vom verstimmten Einklang unterscheidet); während zugleich die verschiedenen Konsonanzen unter sich durch die Anzahl, die Qualitäten und die Stärkeverhältnisse ihrer Differenztöne weitgehende, gesetzmäßig abgestufte Verschiedenheiten darbieten, — Verschiedenheiten, die nach meiner und jetzt auch nach der Auffassung anderer Akustiker eine empfindungsmäßige Grundlage bilden sowohl für die unmittelbar zu erlebenden Unterschiede der Konsonanzen (die Arten oder Vollkommenheitsstufen der Konsonanz) als für die zugehörigen Verschmelzungsgrade.

»Konsonanz ist nun einmal nicht die Abwesenheit von etwas, sondern sie ist das bestimmte Positive, das jedermann unter dem Namen ‚Konsonanz‘ kennt« (156), — diesen Einwand überträgt Lipps, wie vieles andere, aus seiner Kritik der Helmholtzschen Konsonanztheorie (142) auf die meinige. Nun ist selbst die reine »Schwebungstheorie« von Helmholtz mit diesem Einwande keineswegs erledigt. Denn jede Veränderung der Zahl, der Höhenlage, ja der Intensität von Schwebungen, die einem Tonkomplexe anhaften, ändert auch die Qualität dieses Komplexes; und ein schwebungsfreier Tonkomplex vor allem ist für die unmittelbare Wahrnehmung positiv von jedem schwebenden verschieden. Ich habe aber überall betont, daß dieses (qualitativ sehr mannigfaltig abgestufte) Wahrnehmungsmoment, der Rauhigkeit oder Glätte, regelmäßig begleitet wird von anderen, charakteristisch verschiedenen Eigentümlichkeiten der Differenztöne (wie: große oder geringe Anzahl; Ungleichartigkeit, qualitative Unsauberkeit, Verworrenheit, Undeutlichkeit oder das Gegenteil). Alle diese ausführlich beschriebenen Eigenschaften der Teiltöne oder Teilkomplexe wirken nach meiner Auffassung, auch ohne daß sie gesondert wahrgenommen werden, in regelmäßiger Weise zusammen zu dem konkreten, qualitativ ganz bestimmten Gesamteindruck der verschiedenen Zusammenklänge. Und dieser »konsonante« oder »dissonante« Gesamteindruck wird ferner durch die teils angleichende, teils kontrastierende Nachwirkung früherer Wahrnehmungen in entscheidender Weise jeweils mitbestimmt.

Statt die von mir herangezogenen Tatsachen und meinen Versuch ihrer psychologischen Verknüpfung wenigstens den Hauptzügen nach zu charakterisieren, macht Lipps immer wieder die in solcher Allgemeinheit nichtssagende Bemerkung, ich suchte das »Wesen« der Dissonanz in irgendwelchen »Nebentönen« oder »Nebengebilden«. Nicht weniger als achtmal liest man schon auf der ersten Seite seiner

Kritik diese unbestimmten, aber präsumierenden Wendungen (vgl. dazu oben Bd. I, S. 323 f.).

Um die konkreten Bewußtseinserlebnisse bei den verschiedenen konsonanten und dissonanten Zusammenklängen zu erklären, habe ich mich nicht begnügt, die jeweils vorhandenen Teilempfindungen möglichst vollständig herauszuanalysieren, ihre Eigenschaften und Unterschiede festzustellen und vergleichend zu beschreiben. Das deutlich formulierte Hauptziel der Untersuchung waren vielmehr die psychologischen Zusammenhänge aller jener Empfindungsfaktoren mit dem konsonanten oder dissonanten, angenehmen oder unangenehmen Gesamteindruck. Diese psychologischen Zusammenhänge erschöpfen sich aber keineswegs in den Eigenschaften und Relationen der jeweils gegebenen Teilempfindungen als solcher; sondern überall weist gerade die vollständige Analyse der Wahrnehmungen über die gegenwärtigen Empfindungselemente hinaus auf Nachwirkungen früheren Erlebens hin. Für das entwickelte Konsonanzbewußtsein — von dem allein wir unmittelbare Kenntnis haben — bestehen, mitwirksam zu jedem gegenwärtigen Gesamteindruck eines Tonkomplexes, zahlreiche Erfahrungszusammenhänge zwischen jeder Konsonanz und anderen, mehr oder weniger ähnlichen Konsonanzen, ebenso zwischen den verschiedenen Dissonanzen, ferner zwischen den Zusammenklängen und den Einzelklängen, endlich zwischen jeder Konsonanz und den benachbarten Dissonanzen (des zugehörigen Verstimmungsgebietes). Ohne Rücksicht auf diese assimilativ wirkenden Erfahrungszusammenhänge sind insbesondere zwei Tatsachen des musikalischen Bewußtseins nicht zu verstehen: die Auffassung der Konsonanz und Dissonanz als gegensätzlich aufeinander bezogener Wahrnehmungen; und die zentrierende Bedeutung des herrschenden Intervallsystems für unsre Auffassung einer jeden Tonmehrheit[1]). Alle diese Erwägungen, die in meinen akustischen Arbeiten einen beträchtlichen Raum einnehmen, glaubt Lipps abfertigen zu können, indem er seinem hier wiedergegebenen Referate die Bemerkung hinzufügt: »Im übrigen

[1]) Vgl. 3 (des oben, Bd. I, 306 angeführten Literaturverzeichnisses), S. 42 ff., 36 — von der »assoziativ gewirkten, aber jeweils unmittelbar erlebten Gegensätzlichkeit zwischen Konsonanz und Dissonanz«; dazu oben, Bd. I, S. 367 ff.



operiert Krueger noch mit gewissen assoziativen Elementen, von denen wir aber einstweilen absehen können. Im Grunde ist ihre Bedeutungslosigkeit bereits oben dargetan.“ Der letzte Satz kann nur auf einige gegen Helmholtz gerichtete Ausführungen des vorhergehenden Kapitels bezogen werden. (Lipps 138, 144). Meine Darstellung der dort in Frage stehenden Verhältnisse weicht von der Helmholtz’schen wesentlich ab. Sowohl die tatsächliche Kenntnis der Inhalte, zwischen denen hier assoziative Verbindungen anzunehmen sind, als die Psychologie der Assoziation (und namentlich der Assimilation) sind seit Helmholtz erheblich fortgeschritten. Aber auch den Beiträgen, die Helmholtz zu diesen Fragen geleistet hat, wird die Lippssche Darstellung keineswegs gerecht. Für Lipps scheinen assoziative Zusammenhänge bei der Konsonanzwahrnehmung überhaupt nicht zu existieren; oder sie gelten ihm dafür als ebenso nebensächlich, wie die regelmäßig in der Empfindung gegebenen »akustischen Nebengebilde.« Wir müssen im Folgenden auf die assoziativen Faktoren der Konsonanzwahrnehmung mehrfach zurückkommen.

Was nun jene akustischen Nebengebilde betrifft, und zwar die »unsauberen« Empfindungskomplexe, die ich bei den Dissonanzen nachgewiesen habe, so könne, nach Lipps, meine »Meinung eine doppelte sein«.

Einmal diese: ich höre »neben« den beiden Primärtönen, »als etwas von ihnen Unterschiedenes« irgend welche jener Nebengebilde; und das Bewußtseinserlebnis »Dissonanz« »bestehe« in dem gesonderten Hören dieser Nebengebilde. »Ich habe das Bewußtsein der Dissonanz zweier Töne, dies würde heißen, ich höre außer den zwei Tönen noch etwas drittes, das mir nicht behagt«. Diese atomistische und sehr schiefe Auffassung wird ausdrücklich als eine mögliche Interpretation meiner Ausführungen dargestellt. Aber sachlich könne sie nicht meine Meinung sein; denn — und nun folgt eine Analogie aus dem optischen Gebiete: zwei »zusammenpassende« oder »nicht zusammenpassende« Farben, gleichzeitig gesehen, und daneben eine dritte, etwa eine schmutzige Farbe. »Eine Beziehung zwischen zwei Farben ist nun einmal nicht eine dritte schmutzige Farbe«. Das Beispiel beweist theoretisch ebenso wenig wie zahlreiche ähnliche, die in dem Lippsschen Aufsatze immer wiederkehren. Denn die beson-

deren Bedingungen jener optischen Erlebnisse werden nirgends genau genug bestimmt. [1])

Aber die ganze Interpretation und Analogisierung wäre unnötig gewesen, hätte Lipps nur die bekämpfte Darstellung einfach so genommen und seiner Kritik zugrunde gelegt, wie sie wörtlich dasteht. In meinen tonpsychologischen Veröffentlichungen ist kein Gedanke, den ich so oft und stark betonte als der: das Wahrnehmungserlebnis der Konsonanz und Dissonanz ist nicht bedingt durch die Analyse des jeweiligen akustischen Empfindungsganzen, d. h. durch die gesonderte Wahrnehmung oder Unterscheidung der darin enthaltenen Teilempfindungen. Diese Unterscheidung ist ursprünglich und bei der gewöhnlichen Konsonanzwahrnehmung immer in hohem Maße unvollständig. Konsonanz und Dissonanz sind Eigenschaften, qualitative »Färbungen« des Gesamteindrucks als solchen. — Diese theoretische Anschauung habe ich in den verschiedensten Zusammenhängen so oft und deutlich formuliert, daß ich die Leser zu ermüden fürchtete. Eben diesen meinen Grundgedanken entwickelt nunmehr, großenteils mit meinen eigenen Worten Lipps als das, was »Krueger muß sagen wollen«.

Nur der einleitende Satz entspricht noch nicht ganz den psychologischen Tatsachen, wie ich sie glaube beschreiben zu müssen: »Indem ich die beiden Töne [d. h. die Primärtöne eines Zweiklanges] höre, fasse ich sie zusammen oder fasse sie als ein Ganzes; und in dies Ganze nehme ich zugleich dies Dritte, den verstimmten Einklang oder etwas dergleichen, mit hinein«. Dieses Ausgehen von der Zweiheit der objektiv gegebenen »Töne«, als wäre sie für die Wahrnehmung überall das Ursprüngliche, ist es gerade, was in der Tonpsychologie überwunden werden muß. Dieses aktive und scheinbar beliebige Zusammenfassen oder Auffassen, dieses »Hineinnehmen«, insbesondere von Teilinhalten, die den meisten Hörenden niemals und auch den der Analyse Fähigen für gewöhnlich nicht gesondert zum Bewußtsein kommen, — alles das erinnert noch an den Herbart'schen

[1]) Darüber wird weiteres noch zu sagen sein. — Bei gewissen räumlichen und qualitativen Verhältnissen kann übrigens sehr wohl der »harmonische« Gesamteindruck zweier Farben durch das Hinzutreten einer dritten Farbe aufgehoben oder in sein Gegenteil verkehrt werden.



Vorstellungsantagonismus und an die dinghafte Objektivierung der Ergebnisse physikalischer und psychologischer Analyse.

Des weiteren erwähnt Lipps ein »Analogon, das für diesen Tatbestand scheint herangezogen werden zu können«, wie ich es in der Tat mehrfach, auch Lipps persönlich gegenüber herangezogen habe: die Auffassung des musikalischen Einzelklanges. In einem solchen Empfindungskomplexe ist bekanntlich jederzeit eine Mehrheit von Teiltönen auch psychisch, in dem Sinne »enthalten«, daß sie unter gewissen Bedingungen gesondert können herausgehört werden. Das geschieht aber in der Regel nicht, und fast niemals vollständig. Dagegen kommen die Obertöne jederzeit als eine »eigentümliche Färbung« des (verschmolzenen) Klangganzen, die hier »Klangfarbe« genannt wird, zu bewußt psychischer Geltung.[1])

»Doch dies Analogon«, meint Lipps, »würde in Wahrheit nicht stimmen«. Beim Einzelklang verschmelzen die Töne [soll heißen: für gewöhnlich vollständig]; der »Klang« ist ein einfaches und unterschiedsloses Gebilde. Anders bei dissonanten Zusammenklängen. »Daß die Töne für sich gehört werden, dies ist vielmehr die erste Voraussetzung für das Bewußtsein einer ‚zwischen' ihnen bestehenden Dissonanz.«

Darauf ist zu erwidern: daß Dissonanz und also auch wohl Konsonanz nur als »zwischen« zwei gesondert wahrgenommenen »Tönen« bestehend erlebt werden können, ist eine unbestimmte und ganz unbewiesene Behauptung, die dadurch psychologisch nicht wertvoller wird, daß sie dem gegenständlichen Sprachgebrauche des Alltags geläufig ist. Das populäre Denken hat dabei die beiden objektiven Tonquellen im Sinn und weiß nichts, weder von den Bedingungen, Arten und Stufen der Tonverschmelzung, noch von den Kombinationserscheinungen. Würden die Teilempfindungen der Einzelklänge »in gleicher Weise« (Lipps) verschmelzen wie die der Zusammenklänge,

[1]) Über die psychologische Beziehung zwischen Klangfarbe und Konsonanz, sowie über den zusammenfassenden Begriff der Gesamt-»Färbung« eines jeden (auch unanalysierten) Komplexes gleichzeitiger Tonempfindungen vgl. [3], 254, 275; 43 und passim.

Ebbinghaus hat in der neuen (2.) Auflage seiner Grundzüge der Psychologie (1905) nahezu genau in dem von mir vertretenen Sinne die Bedeutung der Differenztöne für den Charakter der Zusammenklänge in Parallele gesetzt zu der psychischen Wirkung der nicht analysierten Obertöne (S. 327).

so wäre eben psychologisch kein Unterschied zwischen Einzel- und Zusammenklang, und die »Analogie« verwandelte sich in Identität. Aber der Unterschied ist hinsichtlich des von Lipps herangezogenen Verschmelzungsgrades (im Sinne der Mehrheitsauffassung, des Grades der Analyse) nur partiell und durchaus relativ. Auch wenig Geübte hören aus einem Einzelklange etwa des Klaviers oder der Trompete nicht selten mehrere Obertöne deutlich gesondert heraus, — ohne darum die Klangfarbe des Ganzen zu verlieren.[1]) Andrerseits sind dieselben Personen oft außerstande (der Geübtere kann es unterlassen), einen Zusammenklang vollkommenerer Konsonanz, etwa eine reine Oktave, Duodezime, Quinte, in seine Teiltöne zu zerlegen, überhaupt als Tonmehrheit aufzufassen; und das dann im Bewußtsein vorhandene »einfache und unterschiedslose Gebilde« wird doch mit Bestimmtheit als im höchsten Maße konsonant erfaßt und beurteilt. Und das Analoge gilt von ausgesprochnen Dissonanzen, etwa der verstimmten Prime 500 : 515 oder der verstimmten Oktave 500 : 985.

Die auch von Stumpf gelegentlich vertretene Ansicht: deutliche Unterscheidung der beteiligten Primärtöne sei Vorbedingung der psychologischen Konsonanz und Dissonanz, ist nur für gewisse hohe und mannigfach vermittelte Entwicklungsstufen des »Konsonanzbewußtseins« oder der musikalischen, sowie der begrifflichen Auffassung richtig. Darüber hinaus verallgemeinert, ist sie ein irreführendes, aus falscher Objektivierung sich nährendes Dogma.

Übrigens erklärt Lipps einige Seiten später (178) gegen Stumpf, im Widerspruche zu seiner soeben mitgeteilten Beweisführung: »Ein schriller Klang klingt mir dissonant . . er tut dies, obgleich die dissonanten Teiltöne verschmelzen. Dissonanz kann also bestehen bei völliger Verschmelzung[2])«.

---

[1]) So hebt auch die vollständige Zerlegung eines Zusammenklanges, insbesondere das gesonderte Heraushören der Differenztöne den Konsonanz- oder Dissonanzcharakter des Klangganzen nicht auf; freilich kann hier wie dort, und wie in vielen andern Fällen, die Komplexqualität (Dissonanz; Klavierklangfarbe) im Bewußtsein zurücktreten, ja unbestimmt werden durch einseitige Richtung auf die Analyse (vgl. Bd. I, S. 595).

[2]) Man vergleiche dazu S. 193 und die »Grundlegung der Ästhetik«, wo die Theorie der Melodie von dem Satze ausgeht: »Der einfache Klang repräsentiert in gewisser Weise das Ganze der Musik« — womit freilich selbst für die europäische Musik meines Erachtens erheblich zu viel behauptet ist.

Das gegenwärtig ziemlich verbreitete Vorurteil, als könne von Konsonanz oder Dissonanz nur bei deutlicher Unterscheidung von mindestens zwei Tönen die Rede sein, hängt, wie ich glaube, mit der — früher erörterten — Zweideutigkeit des Stumpfschen Verschmelzungsbegriffs zusammen. Danach bedeutet die mit der Konsonanz gleichgesetzte oder ihr zugrunde gelegte »Verschmelzung« einerseits die relative Einheitlichkeit des Gesamteindrucks[1]. Andrerseits hat Stumpf die Grade der Verschmelzung oder Konsonanz zu messen versucht, indem er die Häufigkeit der Einheitsurteile seiner Beobachter bestimmte, welche Einheitsurteile er auf das Erlebnis numerischer Einheit, auf das Unterbleiben oder die Schwierigkeit der Mehrheitserkenntnis zurückführte. Nun ist das Konsonanzbewußtsein keineswegs identisch mit der Nichtunterscheidung oder dem Eindruck der numerischen Ein(s)heit; auch eine strenge und einfache Abhängigkeit zwischen beiden Tatbeständen ist nicht zu konstatieren. Dieser durch zahlreiche Tatsachen geforderten Erkenntnis hat sich Stumpf nicht verschlossen; aber ebensowenig hat er seine eigene Konsonanztheorie und im besonderen die Deutung seiner Verschmelzungsversuche damit in vollen Einklang gebracht. Die beiden Verschmelzungsbegriffe werden von Stumpf als verschieden erkannt, aber psychologisch nicht zureichend bestimmt und verbunden (nur durch weitergehende psychologische Analyse kann der funktionelle Zusammenhang der beiden Erscheinungsgruppen deutlich werden). Eben darum steigert sich bei Stumpf ihre tatsächlich in weitem Umfang bestehende Unabhängigkeit zur ausschließenden (und objektivierten) Gegensätzlichkeit, — so als ob bei numerischer Einheit eines Tonkomplexes, bei gänzlicher Nichtunterscheidung, Konsonanz oder Dissonanz überhaupt nicht erlebt werden könnte.

Ob diese (bei gewöhnlichem Hören, auch von Zusammenklängen, sehr häufigen) Fälle auszuschließen sind von dem psychologischen

---

[1]) Lipps gibt jetzt Stumpf gegenüber zu, was ich überall erklärt habe, daß diese Qualität des Wahrnehmungsganzen, und nur sie, das allgemeine Merkmal des unmittelbaren Konsonanzbewußtseins ist, und betont, mit meinen eigenen Worten, daß diese qualitative Färbung des Gesamteindrucks scharf zu unterscheiden sei von der »numerischen Einheit« bezw. Mehrheit (S. 157, 168 und passim. vgl. dazu 3, 236f.; 54ff.). Wo es sich um »Kruegers Theorie« handelt, läßt Lipps diese entscheidenden Punkte außer betracht.



Konsonanzbegriffe, scheint manchem vielleicht eine Sache bloß der Definition und Benennung zu sein. Aber es wäre eine sehr unzweckmäßige und gar nicht konsequent durchführbare Begriffsbildung. Qualitativ nahe Zusammengehöriges, ja kontinuierlich ineinander Übergehendes würde dadurch äußerlich geschieden, in einer Weise, die wichtigen Tatsachen des Konsonanzbewußtseins wie der Mehrheitsauffassung nicht gerecht würde ([3], 54 ff.). Für das eigenartige Erlebnis einer konsonanten oder dissonanten Komplexqualität ist es eben nicht wesentlich, ob zugleich das Bewußtsein der Toneinsheit oder Mehrheit besteht, oder ob vielleicht — ein keineswegs seltener Fall — das Wahrnehmungsganze in dieser Hinsicht unbestimmt oder undeutlich bleibt. Selbst sukzessive z. B. rhythmische Komplexe sind in ihrem spezifischen Gesamteindruck nicht durchaus abhängig davon, ob an ihnen zugleich eine Mehrheit von Elementen tatsächich unterschieden (überhaupt aufgefaßt) wird oder nicht. Hätte Stumpf bei seinen Verschmelzungsversuchen noch das unmittelbare Bewußtsein der Konsonanz oder Dissonanz vergleichend geprüft, und hätte er zweitens die Dissonanzen etwas ausgibiger berücksichtigt, so hätten ohne Zweifel dieselben Versuchspersonen ein ausgeprägtes und sicheres Konsonanz- oder Dissonanzbewußtsein auch in solchen Fällen bewiesen, wo sie die Mehrheitlichkeit der Tonkomplexe in keiner Weise auffaßten. Bei allen jenen Versuchen wurde nach der Toneinheit oder Mehrheit ausdrücklich gefragt, die Aufmerksamkeit also besonders auf diese Seite der Eindrücke hingelenkt. In noch höherem Maße gilt das oben Gesagte von der gewöhnlichen Auffassung der Tonkomplexe, etwa in musikalischen Zusammenhängen, wo es auf die Tonmehrheit, auf die Anzahl der wahrgenommenen Teile, überhaupt auf die Analyse im allgemeinen viel weniger ankommt, als auf die unmittelbar sich aufdrängenden, etwa: konsonanten oder dissonanten Qualitäten des unanalysierten Gesamteindrucks.

Man muß nur Ernst machen mit dem einfachen Gedanken, daß Konsonanz und Dissonanz ursprünglich Komplexqualitäten sind, d. h. unmittelbar und ohne jede Analyse wahrzunehmende Eigenschaften des jeweils vorhandenen Tonganzen als solchen; dann wird man auch die theoretische Verknüpfung nicht mehr unmöglich, sondern notwendig finden, die ich zwischen der Konsonanz und der Klangfarbe zu vollziehen versuche. Es handelt sich hier wie dort

um nahe verwandte Formen akustischer Wahrnehmung. Klangfarbe und Konsonanz sind nur Spezialfälle einer und derselben Sache: der allen gleichzeitigen Tonkomplexen als solchen anhaftenden Eigenart oder qualitativen Färbung. Genauer gesagt: die Klangfarben und die verschiedenen Arten der Konsonanz oder Dissonanz sind — nicht identische, aber psychologisch zusammengehörige und sogar ohne scharfe Grenze ineinander übergehende (s. oben), teilweise sich überdeckende Systeme von spezifischen Qualitäten akustischer Komplexe.

Besser als die Tatsachen des Einzelklanges und der Klangfarbe scheinen Lipps zwei weitere optische Beispiele mit der Konsonanz im Sinne der jetzt zugelassenen »Interpretation« meiner Theorie vergleichbar zu sein: »Ich sehe zwei Linien oder Linienzüge, die zusammenpassen und ein einheitliches Ornament ausmachen, aber auf unsauberem Papier aufgezeichnet sind. Oder . . . die Linienzüge sind mit Bleistift gezeichnet und es hat dann . . . jemand darübar gewischt. Diese Analogie aber beweist direkt gegen Krueger. Betrachte ich hier, wie ich zunächst tun werde, das Ganze . . ., also die Linienzüge einschließlich der Unsauberkeit, als Ganzes, dann werde ich die Unsauberkeit dieses Ganzen bedauern; ich werde mich in der Auffassung dieses Ornamentes gestört fühlen. Das Ganze . . . hat als Ganzes oder im ganzen den Charakter des Unbefriedigenden, unerfreulich Befremdenden . . . Damit hören aber doch die [?] Linienzüge nicht auf, zueinander zu passen. Es verwandelt sich nicht das Bewußtsein der Übereinstimmung der Linienzüge oder des Zusammenstimmens derselben zu einem einheitlichen Ornament in ein Bewußtsein der Nichtübereinstimmung oder des Nichtzueinanderpassens derselben. Sondern die Linien passen zueinander genau so [?], wie sie es, abgesehen von der Unsauberkeit, tun würden . . . Treten bei aller Unsauberkeit die Linien noch genügend klar als dasjenige heraus, was sie sind [?], so bleibt es freilich dabei, daß dem Ganzen etwas Befremdendes anhaftet. Aber indem ich das Gefühl der Befremdung habe, habe ich zugleich das volle Bewußtsein der Übereinstimmung. Ich fasse in dem Maße, in dem ich die Linie[n] sicher auffasse, auch ihre Übereinstimmung sicher auf.«

Fürs erste ist hier zu sagen, daß diese beiden Fälle optischer Raumauffassung wenig geeignet sind, unsre Frage nach der Bedeutung der Kombinationserscheinungen für die Konsonanz zu erläutern

oder gar zu lösen, viel weniger m. E. als die Erscheinungen der Klangfarbe. Die Theorie der Klangfarben und der Einzelklänge überhaupt ist, wenn auch manche psychologischen Zusammenhänge noch weiterer Bearbeitung bedürfen (s. oben, Bd. I S. 364), durch die experimentellen Untersuchungen eines Helmholtz, Stumpf, u. a. verhältnismäßig weit gefördert, während die, von Hause aus, wie ich glaube, verwickelteren Probleme der Raumästhetik bekanntlich wenig aufgeklärt und fast in allen Punkten noch umstritten sind. Der allgemeine methodische Grundsatz, daß Erscheinungen des gleichen Sinnesgebietes auch theoretisch unter sich enger zusammengehören, als mit heterogenen Erscheinungen, wird in diesem Falle von Lipps selber dadurch anerkannt, daß er, wie wir sahen, auch Einzelklängen Dissonanzcharakter im engsten und eigentlichen Sinne des Wortes, freilich inkonsequenterweise, zuspricht. In welchem psychologischen Sinne bei Linien oder Ornamenten von konsonanzartigen Eindrücken gesprochen werden darf, durch welche Bedingungs-Änderungen solche optisch-räumliche »Konsonanz« gestört oder in ihr Gegenteil verkehrt würde, darüber ist bisher wenig Sicheres bekannt. Eher wird man bei gesehenen Raumformen Analogien erwarten dürfen zu den Erlebnissen der taktilen Bewegungs- und Gewichtswahrnehmung, sowie zum Rhythmus. Die Wahrnehmung gleichzeitiger Tonmehrheiten unterliegt wesentlich andern Bedingungen vor allem deshalb, weil ein räumliches Neben- und Außereinander der Teilempfindungen hier nicht besteht. Daher sind die mit der Konsonanz innig zusammenhängenden Formen und Unterschiede der Verschmelzung im Tongebiete so wesentlich andere als im Gebiete des Sehens, daß eine wirklich passende optische Analogie zur Konsonanz schwerlich wird zu konstruieren sein, am wenigsten eine Analogie, aus der man mit Lipps ableiten dürfte, welche Wirkung eine Teiltonmasse bestimmter Art in einem Zusammenklang nicht haben »könne«, und welche Gedanken über eigentliche Dissonanz »unmöglich« seien. Um die Analogie zu den Kombinationserscheinungen bei der Dissonanz einigermaßen zu wahren, hätte Lipps außer der Unsauberkeit des Grundes oder den verwischten Hauptlinien noch weitere unsaubere und wenig deutliche aber störende Linienzüge müssen hinzutreten lassen; Linien, die jedenfalls nicht von vornherein in »passenden« Verhältnissen zueinander und zu der Hauptlinie ständen, die vielmehr

unter Umständen (analog den ausgeprägtesten Dissonanzen) die Hauptlinien verworren kreuzten oder, für die Auffassung, von deren eigener Richtung ablenkten; ferner wären wahrscheinlich auch i. e. S. qualitative, also Farbenunterschiede gleichzeitig heranzuziehen.

Bei der Beschreibung seiner eigenen Beispiele schreitet Lipps keineswegs zu einer vollständigen Zergliederung des psychologischen Tatbestandes vor (Formen und Größenverhältnisse? begrenzende und eingeschlossene Flächen? Augenbewegungen? assoziative Faktoren?): sondern er bleibt stehen bei unanalysierten Gefühlen des Befremdenden, des Unerfreulichen, und bei dem dinghaft objektivierten Begriff der »zueinander passenden Linien«. Gibt es in der Verwaschenheit der Konturen oder der Unsauberkeit des Grundes keine Grenze, wo die Linien aufhören, als das herauszutreten, »was sie sind«, »eben diese zueinander passenden Linien« überhaupt zu sein? Die Beweisführung setzt überall das, was ich bestreite, und was zu beweisen war, bereits voraus: daß die Konsonanz, etwa *c f*, die Dissonanz *c fis* ausschließlich auf (konstant gedachten) Eigenschaften dieser Primärtöne *c f* bzw. *fis* beruhe. Endlich ist bei der ganzen Konstruktion ein Moment außer acht gelassen, worauf ich großes Gewicht lege: die Regelmäßigkeit, mit der die fraglichen Unsauberkeiten den Dissonanzen, im Gegensatze zu allen Konsonanzen, beigemischt sind, und die assimilative Wirkung dieses erfahrungsmäßigen Zusammenhanges.

B. Ein experimentum crucis?

Mit Recht vermutet Lipps, daß diese Widerlegungsversuche mich nicht überzeugen würden. Daher begibt er sich auf das akustische Gebiet zurück und weist, zum ersten und einzigen Male, auf eine wenigstens im Prinzip mögliche experimentelle Behandlung der Frage hin. Mit starker Betonung stellt er als die »erste« von mir zu erfüllen gewesene, die »synthetische« Aufgabe hin, die darin bestanden hätte, zu zwei konsonanten Tönen, etwa *C* und *E*, »irgend einen beliebigen verstimmten Einklang oder irgend ein sonstiges unsauberes akustisches Nebengebilde« hinzuzufügen und festzustellen, ob die Konsonanz dadurch in eine entsprechende Dissonanz umschlage.

Schon bei seiner Kritik der Schwebungstheorie hat Lipps an deren Hauptvertreter Helmholtz »die gleiche verwunderte Frage« gerichtet:

»Wie konnte es Helmholtz unterlassen«, durch künstliche periodische Unterbrechung der Primärtöne »die Probe auf seine Theorie zu machen«? Hätte Lipps beachtet, was ich über meine Unterbrechungsversuche eben solcher Art mitgeteilt habe ([3], 15, 32f.), so hätte er hier vielleicht etwas weniger zuversichtlich theoretisiert. Ich komme in jenem Zusammenhange zu dem Ergebnis, daß unter gewissen (näher bezeichneten) Bedingungen der Eindruck in der Tat dem der Dissonanz ähnlich wird; aber er bleibt »immer noch ein anderer, als wenn man, ohne künstliche Intermittenzen, das primäre Intervall verstimmt. Es kann nicht anders sein; denn wichtige Elemente des Wahrnehmungsganzen sind in beiden Fällen verschieden«.

Das Analoge gilt von dem zuerst genannten und viel schwieriger exakt anzustellenden Versuche, den ich nach Lipps »offenbar unterlassen« habe, während er »jederzeit, auch unter den gewöhnlichsten Bedingungen« durchgeführt werden könne. Ich habe auch derartige Versuche recht oft, unter sorgfältiger Abstufung der Bedingungen gemacht, ohne freilich ein so entscheidendes Ergebnis zu erzielen, wie Lipps, der die fraglichen Zusammenklänge gelegentlich am Klavier »angeschlagen« zu haben scheint. Er berichtet von sich: »Ich habe, wenn nicht der verstimmte Einklang so stark ist, daß ich die Tonhöhe zweier Töne nicht mehr feststellen kann, genau das Konsonanzbewußtsein, das ich vorher hatte, nur mit der Besonderheit, daß ich in der vollen Auffassung der Konsonanz oder [?] im vollen Genuß derselben durch den verstimmten Einklang gestört bin«. Demgegenüber erlaube ich mir folgende Fragen: Hat Lipps den Versuch auch im unwissentlichen Verfahren angestellt, mit musikalisch ungebildeten Personen und ohne vorher die reine Konsonanz für sich allein angegeben zu haben? Und wie ist es bei der Oktave und den andern multiplen Intervallverhältnissen, wo, wie ich nachgewiesen habe, bei der Verstimmung die charakteristischen Differenztonerscheinungen dicht neben dem tieferen Primärton entstehen und diesen aus seiner vorigen Tonhöhe ablenken, ohne durch extreme starke Intensität ihn zu übertäuben? Im Falle obertonreicher Mehrklänge tritt dasselbe auch bei andern Intervallen ein. Lipps aber hat sein negatives Ergebnis »allemal« erhalten. Ich finde dagegen, daß die unmittelbare »Auffassung« solcher ungewöhnlichen Zusammenklänge — und nur sie steht hier in Frage —

im Gegensatz zur reinen Konsonanz entschieden in der Richtung der Dissonanz tatsächlich verändert zu sein pflegt. Es bleibt freilich für den musikalisch einigermaßen Erfahrenen und besonders für den hochgeübten Musiker nicht selten etwas Fremdartiges oder Neutrales in dem Erlebnis, ein Unterschied namentlich gegenüber »natürlichen« Dissonanzen. Konsonanz und Dissonanz wären eben nicht Eigenschaften des Wahrnehmungsganzen, wenn es anders wäre.

Eine Tonzusammenstellung wie die von Lipps vorgeschlagene enthält eben tatsächlich einen Teilkomplex (*C E* mit den Folgeerscheinungen ihres Zusammenklingens), den jeder tausendfach ohne jene »unsauberen Nebengebilde« als eine entschiedene Konsonanz wahrgenommen hat[1]). Dieser Teilkomplex überwiegt in dem Ganzen durch seine relative Stärke, die Anzahl und erfahrungsgemäße Zusammengehörigkeit seiner Elemente und durch die Bekanntheit seiner charakteristischen Eigenart. Er färbt seinerseits den Gesamteindruck, auch des ungeübten Hörers, im Sinne der Konsonanz; er tut dies namentlich bei wissentlichem Verfahren, und wenn er unmittelbar vorher für sich allein angegeben war. Wer der Analyse fähig ist, kann natürlich diesen herrschenden Teilkomplex für sich heraushören und »erkennt« darin ohne Schwierigkeit die »Konsonanz« oder noch genauer: die (bekannte) große Terz wieder.

In dem allgemeinen Begriffe des »Konsonanzbewußtseins« unterscheidet Lipps hier wieder nicht hinreichend das »Erkennen der Konsonanz«, ja das Intervallurteil, von der unmittelbaren sinnlichen Wahrnehmung. Das unter den verschiedensten akustischen Bedingungen als gleichbleibend gedachte Etwas, die »erkannte« Konsonanz, ist eben »die« Konsonanz im früher zurückgewiesenen dinghaften Sinne, — ein in das unmittelbare Erlebnis hineinverlegter, hypostasierter Begriff, wie im vorigen Beispiel »die zu einander passenden Linien«. Andrerseits löst Lipps hier im Widerspruche mit den Grundlagen seiner eigenen Konsonanztheorie wie auch mit seinem weitgefaßten Gefühlsbegriffe die Gefühlsseite des Erlebnisses und sogar dessen »Auffassung« so gänzlich vom »Konsonanzbewußtsein« los, daß das »Konsonanzbewußtsein« sich wesentlich auf einen begrifflichen Tatbestand reduziert.

»Ich ärgere mich«, heißt es schließlich bei Lipps, »über den verstimmten Einklang, weil er mich in der reinen Hingabe an die von

[1]) Ich fasse hier (mit Lipps, S. 205) das Symbol *C E* als allgemeine Bezeichnung der großen Terz.



mir erkannte Konsonanz stört, ungefähr so, wie ich mich in einem Konzert über das Rutschen von Stühlen oder über das Flüstern meiner Nachbarn ärgere. So wenig aber durch dergleichen jemals die Konsonanzen der Musik in Dissonanzen sich verwandeln, so wenig geschieht dergleichen durch die verstimmten Einklänge.«

Darauf ist zu erwidern: Die Wahrnehmung einer Tonmehrheit im musikalischen Zusammenhange ist ein so komplexes und mannigfach bedingtes Erlebnis, daß seine psychologische Erklärung noch vieles andre voraussetzt, außer der theoretischen Analyse isolierter Zusammenklänge. Es ist bekannt, daß das Verständnis und sogar der Genuß eines musikalischen Ganzen in überraschend hohem Maße erhalten bleiben kann bei unsauberer Intonation oder stark verstimmten Instrumenten. Das zufällige Stuhlrücken oder Flüstern, diese dem Hörenden wohlbekannten Geräusche, neben der einheitlich in sich zusammenhängenden Musik, sind ohne weiteres als nicht dazu gehörig charakterisiert und treten verhältnismäßig leicht in den Hintergrund des — anderweitig ganz erfüllten — Bewußtseins. Dagegen die hier umstrittenen unsauberen Teilempfindungen der Dissonanz, obwohl sie in vielen Fällen auch Geräusche mit sich führen, bestehen keineswegs allein aus reinen Geräuschen, sondern überwiegend aus bestimmt gearteten Teiltönen oder Teiltonkomplexen. Sie gestatten keine objektive Deutung; sie sind von den meisten Menschen niemals gesondert wahrgenommen worden. Und was die Hauptsache ist, die Lipps hier wieder gänzlich außer acht läßt: sie werden regelmäßig mit den betreffenden Mehrklängen zusammen gehört. Man setze den Fall, ein bestimmtes »konsonantes« Intervall werde regelmäßig auch nur von Geräuschen der bei Lipps angeführten Art begleitet, und frage sich psychologisch, wie weit für dieses Intervall ein unmittelbares sinnliches Konsonanzbewußtsein sich würde entwickeln können.

Daß manche exotischen Musiksysteme die Unterschiede der Konsonanz und der Dissonanz gar nicht oder in unvollkommener Weise besitzen, wird neuerdings mit Recht darauf (teilweise) zurückgeführt, daß die Musik dieser Völker regelmäßig von starken und zahlreichen Geräuschen begleitet wird; entweder spielen dabei die Schlaginstrumente eine beherrschende Rolle, oder es sind, wie bei den Siamesen, Instrumente von geräuschartigem (und kurzem) Klange vorwiegend im Gebrauch.

C. Komplexqualitäten.

Nunmehr beschließt Lipps, »bei der Betrachtung der Kruegerschen Theorie etwas mehr in die Tiefe« zu gehen. »Dann finden wir als letzten Grund ... den Begriff der Gestaltqualität, oder wie Krueger sagt, der ‚Komplexqualität'. Ich [Lipps] sage statt dessen lieber: Gesamtqualität oder Form eines Ganzen.« In der Tat handelt es sich hier um einen von mir sehr ausführlich erörterten psychologischen Grundbegriff, der in meinen Arbeiten, soviel ich sehe, zuerst ausdrücklich und unzweideutig in den Mittelpunkt der Konsonanzlehre gestellt ist, — weshalb er schon bei der »Interpretation« meiner Theorie nicht wohl durfte übergangen werden.

Zu der von Lipps angedeuteten Frage seines geschichtlichen Ursprungs und seiner Benennung mögen hier folgende Bemerkungen genügen. Nachdem die Psychologie und besonders die Lehre von den Sinneswahrnehmungen lange Zeit in objektivistisch-atomistischen Begriffen einer fälschlich übertragenen physikalischen Betrachtungsweise befangen gewesen war, hat sie erst in den letzten Jahrzehnten angefangen, Ernst zu machen mit der aristotelischen Einsicht, daß, gerade psychologisch, fürs unmittelbare Erleben, das Ganze immer mehr ist als die Summe seiner Teile; genauer gesagt: daß jeder psychische Komplex als solcher besondere psychische Eigenschaften besitzt, über die Eigenschaften seiner Elemente und Teile hinaus. Diese Grundauffassung des seelischen Geschehens wurde am entschiedensten vertreten und theoretisch durchgeführt von Wundt (in seinen Prinzipien der »schöpferischen Synthese« und der »psychischen Resultanten«, speziell auch in seiner Lehre von der Assimilation); dann durch A. v. Meinong (in zahlreichen Untersuchungen zur Relationstheorie), durch Chr. v. Ehrenfels, der für einen großen (theoretisch von ihm bearbeiteten) Teil der hierher gehörigen Erscheinungen den Ausdruck »Gestaltqualitäten« vorschlug, durch G. E. Müller (namentlich in seinen von Schumann veröffentlichten Vorlesungsdiktaten), und ganz besonders durch H. Cornelius. Dieser Psychologe hat, anknüpfend an v. Ehrenfels, den Begriff der Gestaltqualitäten außerordentlich bereichert und fruchtbar gemacht; er hat namentlich diesen Begriff konsequent auch auf die spezifischen Eigenschaften des Gesamtbewußtseinsinhaltes übertragen.[1])

Auf dem Gebiete der Tonwahrnehmung bewegte sich Stumpf zum Teil in der gleichen Richtung, indem er die unmittelbare Auffassung verschiedenartiger Tonmehrheiten dem Verschmelzungsbegriff unterordnete und diese »Tonverschmelzung« zunächst als größere oder geringere Einheitlichkeit des Gesamteindrucks, als ein primär, d. h. vor aller Analyse

[1]) Psychologie als Erfahrungswissenschaft, S. 70, 34, 74, 143, 362 ff. und passim. — Vgl. oben, Bd. I, 382 ff.



gegebenes Moment der Wahrnehmung beschrieb. Die hier in einigen Hauptpunkten wiedergegebene geschichtliche Entwicklung der psychologischen Theorie und zugleich die fortschreitende experimentelle Analyse der Erscheinungen haben, soviel ich sehe, die Tonpsychologie mit Notwendigkeit dazu geführt: daß einmal der genannte Verschmelzungsbegriff schärfer abgegrenzt wurde gegen einen anderen, der nicht primäre, unmittelbar vorzufindende Eigenschaften des Wahrnehmungsganzen zum Inhalt hatte; daß ferner die Erscheinungen der Tonverschmelzung, in jenem ersten Sinne des Wortes, in psychologischen Zusammenhang gebracht wurden mit den Eigenschaften und Verhältnissen der jeweils vorhandenen Teilempfindungen; daß endlich eine qualitative Differenzierung des Verschmelzungsbegriffes über die von Stumpf unterschiedenen Grade oder Stufen der Verschmelzung hinaus Platz griff.[1])

Was die, wie immer sekundäre, Frage der Namengebung betrifft, so war es meines Erachtens notwendig, für die unmittelbar vorgefundenen und überaus mannigfaltigen Qualitäten psychischer Komplexe einen zusammenfassenden, besonderen Ausdruck zu besitzen, um so mehr als diese Komplexe mit ihren spezifischen Eigenschaften keineswegs sämtlich durch bewußte, in der Zeit verlaufende Verbindungsprozesse (synthetisch) erst entstehen, sondern größtenteils vor aller gesonderter Wahrnehmung ihrer Elemente fertig gegeben sind. Der Ausdruck »Gestaltqualitäten« wird wohl immer Mißverständnissen ausgesetzt bleiben; einmal, weil er zu stark an die Auffassung räumlicher Gebilde mit ihren ganz besonderen Bedingungen erinnert, was seine Übertragung auf unräumliche Komplexe (wie Melodien, Akkorde, Geschmäcke, Stimmungen, Bekanntheitserlebnisse) erschwert; ein anderes hängt hiermit zusammen und scheint mir auch, ja noch mehr gegen den Lippsschen Terminus »Form« zu sprechen, abgesehen von der außerordentlichen und kaum zu überwindenden Vieldeutigkeit des Wortes »Form« —: bei diesen Ausdrücken (»Gestaltqualität«, wie »Form« eines Ganzen) denkt man zunächst an etwas im prägnanten Sinne, d. h. relativ bestimmt und deutlich »Geformtes«, »Gestaltetes« und ferner meist an relativ Dauerndes. Die Komplexe aber, um die es sich handelt, sind mindestens ebenso sehr wie ihre Elemente in den Fluß des aktuellen psychischen Geschehens gestellt; und ihre Eigenschaften können alle Gradabstufungen der qualitativen Bestimmtheit, wie der apperzeptiven Deutlichkeit aufweisen. Den von Lipps in zweiter Linie vorgeschlagenen Ausdruck »Gesamtqualität« halte ich deshalb für wenig geeignet, weil, wie wir sahen, auch dem jeweiligen Gesamtinhalt des Bewußtseins als solchem spezifische Eigenschaften zukommen, welche Gesamt-(Komplex)qualitäten eine wichtige und eigenartige Gruppe der gemeinten Tatbestände ausmachen. Dagegen erscheint mir der Ausdruck »Komplexqualität« sich durch eine gewisse Neutralität zu empfehlen, indem er weder durch andere Bedeutungen schon belegt ist, noch über die Größe oder die konkreten Eigenschaften der Komplexe, zu deren Beschreibung er dienen soll, irgend etwas voraussetzt.

---

[1]) Vgl. [1], 617 ff.; [3], 239 ff., 27—80; dazu oben, Bd. I. 361 ff.

Lipps erklärt zunächst, deutlicher als sonst, es gebe in der Tat »solche Komplexqualitäten«; d. h. »es gibt Qualitäten vom Ganzen, die nicht Qualitäten der Teile des Ganzen sind«. Er führt des weiteren drei treffende Beispiele dafür an: ein poetisch rhythmisches Ganze, ein Bauwerk, ein dreidimensionales geometrisches Gebilde. Auch der Zusammenklang oder die Folge von Tönen, etwa *CE* oder *EGis*, besitze eine solche Komplexqualität. Im folgenden (S. 153) hören wir von der »Komplexqualität«, »Konsonanz oder Dissonanz genannt«. Und der gleiche Gedanke, der, wie man sich erinnert, der Grundgedanke der von Lipps hier bekämpften Konsonanztheorie ist, kehrt auch in den späteren Kapiteln seines Buches, nicht nur in den tonpsychologischen, mehrfach wieder. Was zur psychologischen Erklärung der genannten Tatbestände angedeutet wird (Relationscharakter, Übertragbarkeit auf inhaltlich Verschiedenes usw.), stimmt im wesentlichen mit meiner Auffassung überein. Wenn es im Eingang dieser ganzen Erörterung heißt, es handle sich um einen Begriff, »der schon manche Psychologen irregeführt hat«, so wird nicht völlig deutlich, ob und inwiefern auch ich zu diesen Irregeführten gehöre. Es mag dabei eine Reminiszenz mitwirken an einen psychologischen Streit mit Cornelius aus den Jahren 1899 und 1900[1]. Damals hat Lipps allerdings den Sinn und die Tragweite des in Frage stehenden Begriffes m. E. in hohem Maße verkannt und mit unzureichenden Argumenten bekämpft; inzwischen aber scheint er selbst ziemlich weit hinausgeschritten zu sein über den dinghaften Objektivismus, den dogmatischen Atomismus und auch über den unbestimmt weiten Gefühlsbegriff, die jene Argumentation beherrschten.

Aber auch seine gegenwärtigen Ausführungen sind noch keineswegs frei von den genannten, früher (im I. Kapitel, oben Bd. I) ausführlich dargelegten Unklarheiten erkenntnistheoretischen und methodischen Ursprungs.

Lipps fährt fort, wir müßten hier »nun aber fragen: Worauf beruhen solche Komplexqualitäten?« Diese Frage steht natürlich nicht im Gegensatze zu meinen Untersuchungen, deren Hauptziel vielmehr ausgesprochenermaßen und überall die Beantwortung eben dieser

---

[1]) Zeitschr. f. Psychol. usw. 22, 101 ff.; 383 ff. Vgl. auch Sitzungsber. d. bayer. Akad., Philos.-philol. Kl. 1899, S. 379 ff.



Frage hinsichtlich der konsonanten oder dissonanten Komplexqualitäten war. Lipps antwortet: sie beruhen »auf Verhältnissen«; näher: sie »beruhen jederzeit auf Verhältnissen zwischen den Teilen oder Gliedern des Komplexes«. Sie seien nicht identisch mit den Verhältnissen oder Beziehungen; denn Verhältnisse seien an sich keine Qualitäten. »Aber auf Grund der Verhältnisse der Teile gewinnt das Ganze als Ganzes eine bestimmte Qualität oder Form.« — Jetzt käme natürlich alles darauf an, welche psychologischen Tatbestände hier unter dem vieldeutigen Ausdruck »Verhältnisse« verstanden werden. Es ist nicht leicht, über diesen wesentlichen Punkt aus der Lippsschen Darstellung Klarheit zu gewinnen. In dem Beispiel des dreidimensionalen Liniensystems sei es »das Größenverhältnis der Linien unter sich und zu ihrem Abstande« (1 : 2; 1 : 1 u. dergl.); die Komplexqualität des rhythmischen Ganzen beruhe »auf Zeitverhältnissen«; die des Bauwerks wiederum auf »Verhältnissen zwischen Raumgrößen«. Hier schieben sich der psychologischen Analyse die **objektiven**, streng genommen nur gedachten Raum- oder Zeitverhältnisse unter, die man mit Zirkel und Metermaß oder mit dem Chronographen messen kann, und die bei den verschiedensten absoluten Werten konstant durch die gleichen Zahlen ausgedrückt werden. Dann aber hat jenes »Beruhen« oder »Begründetsein« offenbar einen ganz andern Sinn, als wenn von unmittelbar vorzufindenden psychischen Gegebenheiten die Rede wäre. Die psychologische Untersuchung hat von diesen, von den Bewußtseinstatbeständen auszugehen. Sie fragt erst jedesmal, was denn die als physikalische Reize etwa dargebotenen objektiven Raum- oder Zeitverhältnisse für das erlebende Bewußtsein bedeuten. Sie findet etwa im ersten Falle gewisse Bewegungsempfindungen verschmolzen mit den optischen Qualitäten, im zweiten einen periodischen Wechsel von mannigfach zusammengesetzten psychologischen Spannungszuständen, dazu regelmäßig gewisse Nachwirkungen früherer Erfahrung, als wesentliche Faktoren der erlebten Komplexe. Und sie erkennt ohne Mühe, daß das »gleiche« objektive Raum- oder Zeitverhältnis, z. B. 1 : 2, psychologisch und qualitativ sehr verschiedenes, auch verschiedene psychische »Verhältnisse, Beziehungen, Relationen« bedeuten kann, je nachdem die objektiven Raumgrößen etwa in Zentimetern oder in Metern, die objektiven Zeitgrößen in Sekunden oder Zehntelsekunden

oder Minuten bestehen; ob die »Linien« gleich oder verschieden dick und gefärbt sind, welche Qualität, welche absolute und relative Stärke die rhythmischen Schalleindrücke besitzen; welche erfahrungsmäßige und welche unmittelbare Vorbereitung das erlebende Bewußtsein mitbringt usw. Dann enthüllt es sich als eine fragwürdige Behauptung, daß die »Verhältnisse« keine »Qualitäten« seien. Die unmittelbar erlebte Ähnlichkeit der einem Tonkomplex angehörigen und, nehmen wir an, deutlich unterschiedenen Tonempfindungen *c* und *c'*, im Gegensatze etwa zu der ebenso unmittelbar gegebenen relativen Unähnlichkeit zwischen *c* und *fis*, — jene Ähnlichkeit und diese Unähnlichkeit sind gewiß Qualitäten oder Seiten des jeweiligen Empfindungskomplexes: von anderer Art als die Qualitäten der Einzelempfindungen *c*, *c'*, *fis*; sie ordnen sich auch psychologisch anderen funktionellen Zusammenhängen, z. B. ihrerseits andern Ähnlichkeitsbeziehungen ein und können eben deshalb von den Empfindungsqualitäten der herkömmlichen Terminologie unterschieden werden. Aber für eine rein empirische Betrachtung, die sich freihält von dinghafter Objektivierung der psychologischen Begriffe, sind auch die »elementaren« Empfindungen zunächst nichts anderes als Qualitäten oder Seiten eines jederzeit komplexen Erlebnisses, die psychologisch in verschiedenen einander kreuzenden Zusammenhängen stehen. Es ist eine nur terminologische Frage, ob man den Ausdruck »Qualitäten« auf die Eigenschaften der einzelnen, nicht weiter zerlegbaren Teilempfindungen als solcher beschränken will (dann ist z. B. die Klangfarbe folgerichtig nicht mehr eine tonpsychologische »Qualität«), und ob man dementsprechend alle durch mehr als eine elementare Empfindung fundierten Eigenschaften des Wahrgenommenen anders benennen will: als Relationen, Verhältnisse, Modifikationen (mit G. E. Müller), abstrakte Teile, fundierte Inhalte oder wie sonst. Solche für viele theoretische Zwecke nützliche Verschiedenheit der Namengebung darf aber darüber nicht täuschen, daß die »Verhältnisse« oder Modifikationen dieser Art psychologisch ebenso primär gegeben sind, ebenso unmittelbar erlebt werden, ja für gewöhnlich noch unmittelbarer als die Qualitäten der Einzelempfindungen. Und andrerseits darf man hinter den verschiedenen Bezeichnungen die funktionellen Zusammenhänge nicht aus dem Auge verlieren, die zwischen den bezeichneten Tatbeständen offenbar vorliegen.

Das führt uns zurück zu Lipps' Darstellung der »Komplexqualitäten«. Ein notwendiges Glied in der Kette seiner Argumente gegen »Kruegers Theorie« ist die stark betonte These: Komplexqualitäten »beruhten« jederzeit ausschließlich auf Verhältnissen zwischen den Teilen des Komplexes. Aber das ist, so wie Lipps es versteht, eine m. E. ganz dogmatische und unhaltbare Behauptung. Daß die Komplexqualitäten, also die Eigenschaften, die den Komplexen als solchen zukommen, nicht allein aus den Eigenschaften der Elemente können begriffen werden, bestreitet niemand; gerade dies macht ja den Begriff der Komplexqualitäten allererst möglich und notwendig. Aber wenn zu einer Mehrheit gleichzeitiger Töne beispielsweise ein brummendes Geräusch hinzutritt, und dadurch die Qualität des Ganzen in der Richtung der Eigenqualität eben dieses Geräusches sich ändert; oder — um für einen Augenblick das optisch-räumliche Gebiet zu betreten — wenn in ein Ornament aus dunklen und strengen Linien ein helles Band von heiter belebter Form eingezeichnet wird, und dadurch in das neuentstandene Ganze etwas hineinkommt von der Helligkeit und Bewegung, die eben jenem Bande, auch für sich allein, nur etwa in höherem Maße, eigentümlich ist, —: welchen Sinn hat es da, zu sagen, die Änderung der Komplexqualität beruhe jedesmal ausschließlich auf den veränderten Verhältnissen? Sicherlich wirken auch diese jeweils mit zu dem Gesamteindruck. Aber schon um die »Verhältnisse zwischen den Teilen oder Gliedern des Komplexes« festzustellen, ist es doch wohl notwendig, diese Teile oder Glieder selbst, und zwar sämtliche, rein empirisch genau zu bestimmen.

Eben diese Aufgabe hat Lipps bisher vernachlässigt, wo es sich um die Komplexqualitäten »Konsonanz oder Dissonanz« handelt, und wo sie freilich nur durch systematische Versuchsreihen allgemeingültig zu lösen ist; aber diese Aufgabe umgeht er auch jetzt noch, nachdem zahlreiche Beiträge dazu bereits vorliegen. Erklingen zwei Töne, etwa die im »konsonanten Verhältnis« der großen Terz stehenden: 400 und 500 (Schwingungen) zusammen, so hört man jederzeit zugleich die Differenztöne 300, 200 und (gewöhnlich als den stärksten) 100. Diese fünf Teilempfindungen (von denen die drei tieferen für gewöhnlich nicht gesondert heraustreten), jede mit ihren besonderen Eigenschaften und mit ihren eigentümlichen, qualitativ denen des be-

kannten Einzelklanges überaus ähnlichen Verhältnissen, wirken nach der in Frage stehenden Theorie zusammen und verbinden sich mit den Nachwirkungen vieler ähnlicher Erlebnisse zu dem eigentümlichen Ganzen der reinen großen Terz. Und verstimmt man nun den höheren Primärton um, sagen wir 10 Schwingungen, so verändert sich zugleich die Teilempfindung 300 in 290; 200 in 180; und, worauf ich besondres Gewicht lege, die starke und qualitativ sehr bestimmte Basis jenes konsonanten Tonkomplexes, 100, verwandelt sich jetzt in eine rauhe, z. T. diskontinuierliche, geräuschhaltige, qualitativ unsaubere und schwer bestimmbare Tonmasse, aus der bei sorgfältiger Analyse die Töne 110, 70, 40 und noch zwei dazwischengelegene (von fremdartig unsaubrer Qualität) können herausgehört werden. Für gewöhnlich werden hier wiederum — auf dem Hintergrunde des Ganzen — nur die den beiden Primärtönen entsprechenden Teilempfindungen gesondert wahrgenommen. Aber alle jene Teilempfindungen, mit ihren besondren Qualitäten, sowie auch mit ihren durchgängig veränderten »Verhältnissen« (für welche Verhältnisse freilich aus dem Sprachgebrauche der Musiker oder gar der Physiker keine einfachen Benennungen zur Verfügung stehen), und die assimilativen Färbungen aller dieser Teilempfindungen und Teilkomplexe wirken, nach derselben Auffassung, zusammen zu dem eigentümlichen »dissonanten« Gesamteindruck dieses »Zweiklanges«. Und analog in allen Fällen wahrgenommener Konsonanz oder Dissonanz. Das ist das Wesentliche meiner Erklärung dieser Komplexqualitäten. Ich brauche nicht noch einmal zu sagen, daß es eine Karrikatur dieser Theorie ist, wenn Lipps mir die »Sinnlosigkeit« vorhält, ich wollte die »Beziehung« der Konsonanz oder Dissonanz »zurückführen auf ein drittes gegenständliches Element, das irgendwie zu den in Beziehung stehenden Elementen hinzutritt.«

In der Erfahrung gegeben sind beim Zusammenklang dieser und dieser Töne, diese und diese Komplexqualitäten, von denen wir eine gewisse Anzahl mit den beiden Namen »Konsonanz« bezw. »Dissonanz« zusammenfassen. Diese Gleichartigkeit der Benennung beruht zunächst, hier wie dort, auf gewissen, größeren oder geringeren Ähnlichkeiten (keineswegs auf Gleichheit) der konkreten Komplexqualitäten. Eine psychologische »Erklärung« der so benannten Komplexqualitäten kann auf keinem andern Wege gewonnen werden, als durch

genaue Bestimmung und Vergleichung alles dessen, was bei sorgfältiger Analyse in jedem dieser Komplexe regelmäßig vorgefunden wird, als (psychisch) in ihm enthalten oder zu ihm gehörig; seien das nun »gegenständliche Elemente« oder »Zusammenfassungen«, »sinnliche« oder nicht sinnliche Tatbestände. Solche und viele andere unbestimmte Ausdrücke nämlich wirft Lipps meinem Versuche einer möglichst einfachen und vollständigen Beschreibung der Tatsachen entgegen; schließlich steigert sich seine Darstellung zu dem Satze, Konsonanz und Dissonanz sei jederzeit »das Ergebnis einer inneren oder apperzeptiven Aufeinanderbeziehung«. Ich verzichte auf eine Zergliederung dieser empirisch nicht begründeten und hier, wie ich meine, größtenteils unnötigen Begriffe. Nur den am häufigsten wiederkehrenden Begriff »Relation« oder »Beziehung« müssen wir noch etwas genauer betrachten.

Da ergibt sich denn, daß Lipps mit diesen Ausdrücken garnicht oder nur zum geringsten Teile einen unmittelbar in der konkreten Wahrnehmnng vorgefundenen Tatbestand meint; sondern es ist, wie so oft in seinen eigenen Theorien, ein dinghaft objektiviertes, abstraktes Gebilde seines spekulativen Denkens; und die »Relationen« oder »Beziehungen«, die bald den eigentlichen Inhalt der Konsonanzwahrnehmung, bald das ihr »zu Grunde Liegende« ausmachen sollen, enthüllen sich bei näherem Zusehen als alte Bekannte, nämlich als die unbewußten »Übereinstimmungen« oder Nichtübereinstimmungen unbewußter Tonmikrorhythmen, wie sie die Lippssche Konsonanztheorie zu jeder Wahrnehmung einer Tonmehrheit, analog den Schwingungsverhältnissen physikalischer Töne, hinzukonstruiert. Nur an diesem Faden wird man sich hindurchfinden können durch alles, was Lipps über meinen Begriff der Komplexqualitäten sagt. Der Gedanke, daß das Konsonante oder Dissonante an einer Tonwahrnehmung jederzeit Komplexqualitäten der früher mehrfach definierten Art seien, dieser m. E. allerdings weitreichende und nicht mehr bestreitbare Gedanke scheint Lipps für einige Augenblicke überzeugt zu haben. Aber im Banne seiner eigenen dogmatischen Überzeugung verwandelten sich alsbald und ohne empirische Begründung diese Komplexqualitäten in »Relationen«, und zwar in die dingartig objektivierten Relationen oder »Beziehungen« seiner Konsonanztheorie. So erklärt sich die schon im Eingang auftretende halbwahre Be-

hauptung, daß »die« Komplexqualität der Töne C E beliebig auf andere Töne übertragen werden könne; daß z. B. das Ganze auf E und Gis »dieselbe« Komplexqualität besitze wie C E. Jeder Musiker, der nicht bei dem gleichen Namen (große Terz) stehen bleibt, wird hier widersprechen. Das Ganze eines Terzenzweiklanges behält als Ganzes keineswegs dieselben Eigenschaften, gleichviel wie ich die Terz transponiere; sondern die Komplexqualitäten sind immer nur mehr oder weniger ähnlich, in dem Maße, in dem die Teilrelationen und andrerseits die gewählten und mitentstehenden Teiltöne selbst ähnlich bleiben. In jedem Falle aber wirken die »gegenständlichen« Teilinhalte oder »Elemente« selbst und deren eigene Qualitäten mit zu der jeweils in concreto erlebten Qualität des Ganzen. Lipps aber, statt diese experimentell großenteils aufgezeigten Empfindungsinhalte einschließlich ihrer wirklich in der Wahrnehmung gegebenen Relationen zu betrachten, hat von vornherein nur die abstrakte »Beziehung« im Auge, die seiner Rhythmentheorie entspricht, d. h. »die« Beziehung der Übereinstimmung (z. B. 4 : 5) oder Nichtübereinstimmung der unbewußten Tonerregungen, die den physikalischen Schwingungen der beiden Primärtöne zur Seite gehen sollen. So kommt er zu einer von ihm selbst hervorgehobenen doppelten Bedeutung der Worte Konsonanz und Dissonanz, wonach diese Worte »das eine Mal die Komplexqualität« bezeichnen, »das andere Mal die [!] Beziehung, auf welcher diese beruht«. Er findet sich mit dieser Doppeldeutigkeit durch die Behauptung ab: falls nur die »beiden Töne« als ein Ganzes aufgefaßt würden, sei »mit der [?] Beziehung auch die Komplexqualität ohne weiteres gegeben«. Aber beides müsse auch wieder auseinander gehalten werden, und wir müßten »uns dessen bewußt sein, daß die Komplexqualität der Zusammenklänge und der Tonfolgen, so wie alle Komplexqualitäten, auf Beziehungen beruhen«. Diese in ihrer Unklarheit von der sonst so durchsichtigen und zugespitzten Darstellungsweise seltsam abstechenden Ausführungen kann man garnicht verstehen, wenn man, wie es sein sollte, allein die Tatsachen der Wahrnehmung im Auge hat, — wenn man nicht Lipps' eigene dogmatische Rhythmentheorie und seinen dinghaft objektivierenden Begriffsgebrauch sich immer gegenwärtig hält. »Die« Beziehung, die man nach Lipps »zunächst ins Auge fassen« müsse, um jene Komplexqualitäten zu erklären, ist

eben keineswegs ein konkretes »Bewußtseinserlebnis«, sondern es ist die von der Theorie der unbewußten Tonrhythmen hypostasierte »Beziehung« der Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung, die beim Gegebensein eines bestimmten physikalischen Schwingungsverhältnisses (der Primärtöne) in immer gleicher Weise dem seelischen »Geschehen« zugrunde liegen soll. Dergleichen ist aber in der psychologischen Erfahrung nicht zu finden; und die ganze (ebenso geistreiche wie komplizierte) Konstruktion erweist sich als überflüssig, wenn man nur die in der Wahrnehmung unmittelbar gegebenen Tatsachen vollständig und ohne Vorurteil ins Auge faßt. Hätte Lipps statt aller »Interpretation« und Begriffsdialektik einige systematisch vergleichende Beobachtungen angestellt, zunächst über den Gesamteindruck der verschiedenen Zusammenklänge, danach auch über die jeweils vorhandenen Teilempfindungen, so wäre ihm der psychologische Zusammenhang wahrscheinlich unzweideutig zum Bewußtsein gekommen, der zwischen den Eigenschaften jener komplexen Erlebnisse auf der einen —, den bewußt wahrnehmbaren Eigenschaften und Relationen dieser Teilempfindungen auf der anderen Seite besteht. Dann hätte er es zum mindesten nicht als selbstverständlich angesehen, daß die Wahrnehmungserlebnisse der Konsonanz und Dissonanz auf eine »Beziehung« der jeweils objektiv gegebenen Primärtöne zurückgeführt werden müßten, — wodurch der allgemeinste Gedanke der von ihm bekämpften Theorie, der Gedanke der Komplexqualitäten, in eine ebenso unbegründete wie unfruchtbare Verbindung mit der Hypothese der unbewußten Schwingungsrhythmen gebracht wird.

D. Speziellere Einwände.

Schließlich richtet Lipps (S. 155f.) an mich »noch ein paar weitere Fragen«.

1) Er bezweifelt zunächst, auf grund meiner eigenen Darstellung, daß die danach primär bestimmenden Empfindungsfaktoren überall vorhanden und hörbar seien, »wo ich das Bewußtsein der Dissonanz habe. Ich (Lipps) denke etwa an die tieferen Töne«. — Nun nehmen, wie ich mehrfach ausgeführt habe, gerade in der Tiefe der musikalisch überhaupt brauchbaren Tonregion die Verstimmungszonen der Konsonanzen mit ihren charakteristischen Kombinationserscheinungen

dermaßen an relativem Umfang zu, daß sie, zunächst die unvollkommeneren, mehr und mehr aber auch die vollkommenen Konsonanzen selbst überdecken. Es könnte daher eher gefragt werden, wie die Wahrnehmung der Konsonanz tiefer Töne sich mit der Differenzton-Theorie vertrage. In jedem Falle müßte der Fragende zunächst darüber Aufschluß geben, wie weit denn nach seiner Meinung das zu erklärende »Konsonanzbewußtsein« selbst primär und unerschüttert in die tiefe Tonlage hinabreicht; und es wäre zu dieser notwendigen Vorfrage unter anderem auf die bekannte Tatsache hinzuweisen, daß mit zunehmender Vertiefung der Zusammenklänge schon weit oberhalb der musikalischen Tongrenze die Konsonanzen unbestimmter, den Dissonanzen ähnlicher werden, und zwar zuerst die unvollkommensten, zuletzt die vollkommensten Konsonanzen, — ganz wie es nach den früher ausführlich beschriebenen Verhältnissen der Differenztöne zu erwarten ist [1]). Aber solche Tatsachenfragen zu stellen, ist im Sinne der Lippsschen Tonpsychologie eigentlich inkonsequent, und es erscheint fruchtbarer, sie im folgenden Kapitel auf grund der verwandten, aber viel präziser formulierten Bedenken Stumpfs zu beantworten.

Alles Wesentliche, was Lipps kurz zuvor gegen die Helmholtzsche »Theorie der Schwebungen« vorgebracht hat, soll, wie er mehrfach bemerkt, auch gegen meine Auffassung von der Konsonanz und Dissonanz gelten. So habe ich ohne Zweifel auch folgende Ausführungen auf die von mir herangezogenen »akustischen Nebengebilde« zu übertragen. S. 135: »Jede Mühe, auf dem Wege des Versuches zu ermitteln, wie weit Schwebungen hörbar sind, ist für die hier in Rede stehende Frage gänzlich verloren. Besteht die Dissonanz in Schwebungen oder sind die Schwebungen die Dissonanz [was freilich auch Helmholtz niemals behauptet hat], dann ist das Dissonanzbewußtsein das Bewußtsein der Schwebungen«. Man beachte den Doppelsinn des Wortes »Bewußtsein«, mit dem zahlreiche Beweisführungen Lipps' stehen und fallen: es bedeutet einmal das psychische Vorhandensein eines Teilinhaltes überhaupt, sein Enthaltensein in irgend einem Wahrnehmungskomplexe, wodurch in der Tat nach den bekämpften Theorien der wahrgenommene Charakter dieses Komplexes gesetzmäßig mitbestimmt wird. Das Wort »Bewußtsein« hat aber bei Lipps, ohne jede scharfe Scheidung, zweitens die viel engere Bedeutung: des gesondert Bemerkten, für sich Wahrgenommenen oder gar als vorhanden Beurteilten. Denn Lipps fährt

[1]) [1], 348ff., 359, 366; Tab. II, V, VI; [2], 201 und passim. Zusammenfassend [3], 4ff., 20ff.



gegen Helmholtz fort: »Habe ich also das Bewußtsein der Dissonanz beim oberflächlichen Anhören zweier Töne, dann kann die Dissonanz nur bestehen in Schwebungen, die ich bei genau demselben oberflächlichen Anhören vernehme. Oder fällt mir die Dissonanz zweier Töne unmittelbar auf, so müssen mir die Schwebungen, oder es muß mir die Diskontinuität, die damit identisch [?] sein soll, unter genau den gleichen objektiven und subjektiven Bedingungen genau ebenso unmittelbar auffallen. Und habe ich das Bewußtsein einer unangenehmen Dissonanz, so muß ich, indem ich es habe, ein genau ebenso deutliches Bewußtsein einer unangenehmen Rauhigkeit oder Diskontinuität haben.« Und Lipps schließt aus alledem, Dissonanz und Diskontinuität von Tönen hätten »schlechterdings nichts miteinander gemein«. »Unendlich viel klüger« als ein solcher Gedanke wäre die Behauptung, Farben beständen in Tönen.

Es braucht nicht genauer ausgeführt zu werden, daß jene Argumentation es sich mit der Schwebungstheorie erheblich zu leicht macht. Obwohl diese psychologisch bei Helmholtz keineswegs einwandfrei durchgeführt ist, war Helmholtz als Tonpsychologe doch weit entfernt von dem naiven Atomismus, von dem geradezu phantastischen Intellektualismus, der ihm hier zugemutet wird, und der freilich der Lippsschen Argumentation größtenteils zu grunde liegt. Helmholtz würde unter anderem auf das »Bewußtsein« der Klangfarben hinweisen, zu dessen Erklärung er bekanntlich mehr als irgend ein Psychologe beigetragen hat. (Vgl. oben S. 211 ff.) Man setze in dem angeführten dialektischen Gedankengange probeweise einmal für Dissonanz Klangfarbe ein, etwa schrille, unangenehme Klangfarbe, — und sehe zu, welche psychologischen Unmöglichkeiten sich sofort ergeben. Übrigens scheint Lipps bei der Niederschrift der angeführten Sätze sich mit dem Begriff der Komplexqualitäten noch nicht näher bekannt gemacht zu haben, den er später teilweise akzeptiert, ohne freilich ihn konsequent durchzuführen (s. oben C.).

2) Gegen meine Konsonanztheorie macht Lipps des weiteren geltend: Sollten bei gewissen Dissonanzen die »verstimmten Einklänge« nicht vorhanden und hörbar sein, so scheine dann »das Bewußtsein der Dissonanz auf dem Wege der Analogie zustande kommen zu sollen». Hiergegen aber sei dasselbe einzuwenden, was er schon anläßlich der Helmholtzschen Theorie (S. 144) gegen »solche Analogie-Konsonanz und Dissonanz« bemerkt habe. »Das Bewußtsein der Dissonanz müßte hier in sein Gegenteil umschlagen.« Es folgen die alten Beispiele von Liniensystemen und »zu einander passenden« Linien, von ganzen »Tonstücken«, deren Genuß durch Flüstern gestört oder nicht gestört wird.

Man weiß aber, daß schon Helmholtz die assoziativen Faktoren der Konsonanzwahrnehmung nicht als Analogien oder irgend-

welche logische Operationen, sondern als Elemente der »Erinnerung« beschreibt. Diese Beschreibung war psychologisch ohne Zweifel unzureichend und entstammte einer atomistisch-objektivierenden Psychologie, die allerdings dadurch nicht verbessert wird, daß man, wie Lipps, die assoziativen Zusammenhänge der Konsonanzwahrnehmung überhaupt vernachlässigt (s. oben Bd. I. S. 386).

Ich habe dieser Seite des Konsonanzproblems besondere Aufmerksamkeit gewidmet und assoziative Faktoren der Wahrnehmung keineswegs bloß als Lückenbüßer, bei gewissen Intervallen, sondern für jedes Konsonanz- oder Dissonanz-Erlebnis des entwickelten Bewußtseins herangezogen. Ich versuchte, diese erfahrungsmäßige Bedingtheit des Konsonanzbewußtseins in ihren Hauptrichtungen einzeln aufzuzeigen. Überall aber betonte ich das assimilative Versehmolzensein, das (im Ergebnis) einheitliche Zusammenwirken der Empfindungselemente mit den Nachwirkungen des früheren Erlebens. Gerade im Gebiete der akustischen Wahrnehmungen, weil hier die praktischen Lebensbedürfnisse und andere psychologische Bedingungen (Unräumlichkeit der Tonempfindungen; relative Abgeschlossenheit jedes musikalischen Ganzen) verhältnismäßig wenig Anlaß bieten zur Entstehung objektiver Begriffe und diskreter isolierter Erinnerungsbilder, — läßt sich die assimilative Form verhältnismäßig leicht und allseitig erkennen, in der überall die Nachwirkungen früheren Erlebens mit den Elementen der gegenwärtigen Sinneseindrücke zusammengeschmolzen sind. Das gerade ist eines der fruchtbarsten Ergebnisse vorurteilsloser tonpsychologischer Beobachtungen, daß sie den Psychologen frei machen von dem unkritischen Intellektualismus und Objektivismus, der die alte Assoziationslehre wie das naive Denken beherrscht.

Wer durch eigene Beobachtungen auf diese psychologischen Zusammenhänge einmal aufmerksam geworden ist, der wird auch in dem logizistischen Vorurteil nicht länger befangen bleiben, aus dem heraus Lipps weiter argumentiert, — in dem Vorurteil, als könnte die ergänzende und umgestaltende Wirkung des früheren auf gegenwärtiges Erleben immer nur einen gegensätzlichen Gesamterfolg, im Sinne des Kontrastes, haben [1]).

[1]) Lipps 138, 144 und mehrfach. — Vgl. dagegen, was oben (Bd. I) über Assimilation und resultative Angleichung gesagt ist. — In anderem Zusammenhange



3) fragt Lipps: »Wie erklärt sich das Bewußtsein der Konsonanz, das ich angesichts solcher Töne habe, die ich nur vorstelle? Das Mitvorstellen der verstimmten Einklänge kann ich ja dabei unterlassen«. — Dagegen muß zunächst gefragt werden: »Ist dieses »Bewußtsein der Konsonanz« psychologisch dasselbe, wie das ich angesichts eines wirklich wahrgenommenen Zusammenklanges habe? Sicherlich nicht; sondern es unterscheidet sich von diesem in derselben Weise, wie die Erinnerungsvorstellung des erfrischenden »Geschmacks« einer Orange von dem sinnlichen, aus Geschmacks-, Geruchs-, Tast- und gewöhnlich auch Temperatur- und Gesichtsempfindungen zusammengesetzten Erlebnisse, das ich beim wirklichen Verspeisen einer solchen Frucht genieße. Es ist nicht nötig, daß ich diese Komponenten des originalen Erlebnisses von einander und von den begleitenden Gefühlen jemals unterschieden habe; es genügt, daß ich die eigenartige Komplexqualität des Ganzen einige Male mit Aufmerksamkeit wahrgenommen habe; dann kann ich mir diese erfrischende Wahrnehmung in der Tat lebhaft vorstellen. Wenn ich, und soweit ich sie in den angedeuteten Richtungen früher analysiert habe, dann, aber auch nur dann, und im besten Falle nur so weit kann ich auch in der Erinnerungs- oder Phantasievorstellung entsprechende Komponenten vorfinden. Ganz analog verhält es sich mit der Vorstellung akustischer Komplexe, wie Klangfarben oder Zusammenklänge.

In der Abhandlung über Differenztöne und Konsonanz (3, Kapitel »Fragestellung«, S. 243 f.) heißt es, schon im Hinblick auf ähnliche frühere Ausführungen von Lipps: »Bekanntlich ist es auch möglich, eine wirkliche Konsonanz oder Dissonanz sich in der Phantasie oder Erinnerung vorzustellen. Diese Möglichkeit beruht, wie überall, auf eigenen früheren Wahrnehmungen derselben Art; sie setzt Empfindungserlebnisse der Konsonanz und Dissonanz notwendig voraus. Man darf aber keineswegs erwarten, alle die Teile auch in der Vorstellung aufzufinden, die aus dem entsprechenden Wahrnehmungserlebnis sich herausanalysieren lassen. Selbst was man in dem Wahrnehmungskomplexe wiederholt gesondert bemerkt hat, pflegt wegen der Ungenauigkeit alles Erinnerns in

(Theorie der Melodie, S. 228) zieht Lipps selbst die Angleichung heran, als eine »uns sehr geläufige Sache«. Ebenso macht er in seiner Theorie der optischen Raumwahrnehmung — deren Haltbarkeit hier auf sich beruhen kann — einen umfassenden Gebrauch von der angleichenden Modifikation gegenwärtiger Wahrnehmungen durch frühere (S. 1—114; besonders 54 ff.).

die bloße Vorstellung nicht vollständig (als unterscheidbarer Teilinhalt) mit einzugehen. Was man aber in der Wahrnehmung bisher niemals unterschieden hat, das kann unter keiner Bedingung in dem Vorstellungskomplexe gesondert vorgefunden oder aus ihm herausanalysiert werden. Das gilt auch von solchen Teilen des Wahrnehmungserlebnisses, deren Vorhandensein etwa primär den psychischen Unterschied (der Komplexqualitäten) von Konsonanz und Dissonanz bedingt«.

Wenn Lipps jetzt sagt, das »Mitvorstellen« der nach der bekämpften Auffassung die Konsonanz primär charakterisierenden Empfindungselemente könne man bei der bloßen Vorstellung einer Konsonanz »ja unterlassen«, — so beweist mir diese Wendung von neuem, daß er die entscheidende Tatsache der Komplexqualitäten und insbesondere der Qualitäten unanalysierter Komplexe sich noch nicht völlig deutlich gemacht hat. Wir haben es hier m. E. nur mit einer spekulativen (und wieder dinghaft atomisierenden) Behauptung, nicht mit einem Ergebnis vergleichender oder gar experimentell geregelter Beobachtung zu tun. Wer nämlich wie die meisten, selbst musikalischen Menschen und wie, ich fürchte, auch Lipps, die in Frage stehenden unsauberen oder sauberen »Nebengebilde« aus wirklich wahrgenommenen Zusammenklängen niemals oder nur ganz vereinzelt einmal herausgehört hat, wer nicht eine außerordentliche Übung in der vollständigen Analyse von Zusammenklängen sich erworben hat, — der ist völlig außerstande, das »Mitvorstellen« der fraglichen Elemente beliebig zu »unterlassen«, eben weil er sie in den originalen Erlebnissen regelmäßig, wie jeder andere, mitempfunden, aber nicht unterschieden hat. Solch ein beliebiges und willkürliches Unterlassen ist psychologisch ein Unding, ganz wie das oben (S. 210) zurückgewiesene »Mithineinnehmen«. Es ist den allermeisten Menschen ebenso unmöglich wie die willkürliche Veränderung einer oft gehörten und wohlbekannten Klangfarbe in der Phantasie, durch beliebiges Fortlassen oder Verändern irgendwelcher Obertöne: sie haben zwar diese Obertöne bei der Wahrnehmung dieser Klänge regelmäßig mit empfunden, sonst hätten sie eben nicht diese, sondern eine andere Klangfarbe erlebt; aber weil sie den wahrgenommenen Klang für gewöhnlich nicht in seine Teiltöne zerlegt, noch weniger diese Teilempfindungen systematisch variiert und die Ergebnisse aufmerksam verglichen baben, sind sie nicht in der Lage, die bloße Vorstellung entsprechend zu zerlegen und zu variieren, sondern sie stellen sich den Klang regel-

mäßig in seiner unanalysierten Ganzheit vor und erleben seine Komplexqualität, »Klangfarbe« genannt, in der Phantasie oder Erinnerung nicht anders, als sie die Qualität einer isoliert wahrgenommenen Einzelempfindung (rot, sauer, hell u. dgl.) unmittelbar vorstellen.

Selbst wer in der Analyse von Tonkomplexen eine hohe Fertigkeit besitzt, dessen akustische Vorstellungen und Wahrnehmungen werden doch jederzeit durch seine früheren ähnlichen Erlebnisse assimilativ bestimmt und am meisten durch die häufigsten, die bekanntesten, — das sind die ganz oder teilweise unanalysierten Tongebilde, mit ihrer Komplexqualitäten. Ich erinnere an die zahlreichen früher beschriebenen Tatsachen solcher assimilativer Modifikation akustischer Erlebnisse, gerade bei musikalisch und akustisch erfahrenen Beobachtern. (Bd. I, 367 ff.) Aber Lipps ist nicht frei genug von dem objektivierenden Atomismus der Herbartischen, wie der populären Psychologie, um die Tatsache der primär gegebenen einheitlichen Komplexe und ihrer spezifischen Eigentümlichkeiten (der Komplexqualitäten) gebührend würdigen zu können. Diese Komplexe und ihre Eigenschaften sind immer resultativ mitbestimmt durch die verdichteten Nachwirkungen früherer Erfahrung. Aber nach Lipps sind von vornherein alle »assoziativen Elemente« für das Konsonanzbewußtsein »bedeutungslos«, soweit nicht entsprechende Erinnerungsbilder sich gesondert nachweisen lassen, und (was mit alledem zusammenhängt): sofern die assoziativen Wirkungen nicht als Kontraste erscheinen, als »Umschlagen« oder »Sichverwandeln« des Erlebnisses in ein »ganz anders geartetes« oder »entgegengesetztes« (s. S. 138 ff.).

Nachdem einige meiner Mitarbeiter und ich selbst monatelang wahrgenommene Zusammenklänge vollständig analysiert und darin eine ungewöhnliche Übung erlangt hatten, fiel es uns allerdings auf, wie leer und sozusagen »neutral« die beiden Primärtöne eines Differenzton-haltigen Zusammenklanges sich anhören, wenn man es, mit Anstrengung, erreicht, ausschließlich auf sie die Aufmerksamkeit zu konzentrieren.

Man spürt dann deutlich, wie im gleichen Maße die — bei gewöhnlichem Hören vielleicht sehr ausgeprägte — Komplexqualität des ganzen Zusammenklanges, einschließlich seiner Gefühlsfärbung, bis zum Verschwinden undeutlich wird. (Vgl. [1], 595, 617 ff.). Entspre-

chendes kann man bei der Analyse von Einzelklängen und andern komplexen Erlebnissen, namentlich auch von Gefühlen, hinreichende Übung vorausgesetzt, erfahren. Hat man es bei Zusammenklängen einmal soweit gebracht, dann kann es auch gelingen, daß man die Primärtöne eines regelmäßig Differenztöne enthaltenden Zweiklanges als gleichzeitig für sich allein erklingend vorstellt, also ohne die Differenztöne. Und in dem Maße, in dem dies gelingt, scheint mir allerdings auch in der Vorstellung die charakteristische, konsonante oder dissonante Komplexqualität dieses Zusammenklanges zu schwinden. Aber es gelingt kaum jemals vollständig; denn die Erfahrungen solcher Analyseversuche stehen an Zahl und Festigkeit ihrer assoziativen Verbindungen in gar keinem Verhältnis zu der tausenfach erlebten gewöhnlichen d. h. unanalysierten, und gerade hinsichtlich der Differenztöne unanalysierten Wahrnehmung »derselben« und aller ähnlichen Komplexe. Daher »hört« sich auch ein so, möglichst isoliert beobachteter Zweiklang noch immer anders an, als ein von Hause aus differenztonloser, etwa die Oktave. Ebenso wie ein aus einem Einzelklange herausgehörter Oberton sich nicht völlig von dem Hintergrunde des Gesamtklanges lösen läßt, und immer noch anders sich ausnimmt als eine isoliert gegebene einfache Tonempfindung.

Lipps aber fährt fort: »Und wenn ich sie [die verstimmten Einklänge] mit vorstelle, dann muß wiederum der Umstand, daß ich sie nicht empfinde, mir die Dissonanz besonders erfreulich machen.« Von diesem Gedankengang gestehe ich, daß ich ihn kaum begreifen kann, auch wenn ich das mehrfach beleuchtete Kontrastvorurteil mit heranziehe. Er findet sich auch in der gegen Helmholtz gerichteten Polemik, in ausgesprochener Verbindung mit jenem Kontrastvorurteil; und Lipps legt hier besonderes Gewicht darauf, daß bloß vorgestellte oder mitvorgestellte Schwebungen nicht »in meinem Ohr zustande kommen« (S. 138ff., 144). Aber ist denn die bloße Vorstellung oder Mitvorstellung irgend einer Tonempfindung psychisch unwirksam, weil sie nicht im Ohre —, einer Farbenempfindung, weil sie nicht im Auge zustande kommt? Und wenn ich z. B. einer jüngst erlebten widerwärtigen (komplexen) Geschmackswahrnehmung mich jetzt lebhaft erinnere, und ich stelle, wie ich gewöhnlich gar nicht anders kann, die den widerwärtigen Gesamteindruck bedingenden Teilempfindungen mit vor, — muß jetzt die Gesamtvorstellung

darum zu einer »besonders erfreulichen« werden, weil ich diese Teilinhalte jetzt nicht empfinde, sondern eben nur mit vorstelle?

Die Schwebungen und verwandte Teilempfindungen »entstehen«, sagt Lipps, im Falle der sinnlichen Wahrnehmung, »nebenbei im Ohre« (S. 130). Hier rächt sich die früher zurückgewiesene, unklare, aber präjudizierende Unterscheiduug von Haupt- und Nebenempfindungen (oben S. 207 f.). Natürlich »entstehen« die den objektiven Tönen entsprechenden physiologischen Vorgänge primär ebenso (teilweise) im Ohre wie die physiologischen Korrelate der Differenztöne und ähnlicher Teilempfindungen, für die ein adäquater physikalischer Reiz in der Luft außerhalb des Ohres zum Teil nicht nachzuweisen ist. Aber schon seit Helmholtz darf der dogmatische Objektivismus als überwunden gelten, der aus solchen physikalisch-physiologischen Tatsachen Unterschiede der psychischen Realität und Wirksamkeit oder auch nur Unterschiedenheiten innerhalb des jeweiligen Vorstellungsganzen ableitete.

Die Kombinationserscheinungen als etwas »nebenbei« Entstehendes zu bezeichnen, ist ferner in Anbetracht der nachgewiesenen Regelmäßigkeit ihres Auftretens psychologisch irreführend.

4) Bei streng ungleichzeitig aufeinander folgenden Tönen ist natürlich von Kombinationsempfindungen keine Rede. Lipps erhebt daher von neuem, wie gegen Helmholtz und Stumpf (S. 139, 167), den Einwand: »Wie ist es bestellt mit der Dissonanz der Tonfolgen?« Früher pflegte er, entsprechend seinem dogmatischen Begriffsgebrauche, die sogenannte »Konsonanz« und »Dissonanz« der Tonfolgen und die bei Zusammenklängen ursprünglich wahrzunehmende Konsonanz und Dissonanz psychologisch gar nicht zu unterscheiden. Allmählich mehrten sich in seinen eigenen Schriften die Einschränkungen, die Zugeständnisse, daß tatsächlich in beiden Fällen »nicht durchaus dasselbe« vorliege, »nicht absolut identische Dinge«. Aber »Konsonanz und Dissonanz von Tonfolgen . . . ist auch Konsonanz und Dissonanz« (138 f., 144 f.). — Fragt sich nur: in welchem Sinne? Welche psychologischen Tatsachen sind gemeint mit dem »allgemeinen Wesen der Konsonanz«, das »beiden Fällen gemeinsam« sei. Was bleibt von diesem allgemeinen Wesen übrig, wenn man zunächst den abstrakten, objektiven Begriff beiseite läßt, von dem freilich Lipps auszugehen pflegt, und der natürlich in psychologisch höchst verschiedenen Fällen, z. B. beim Gegebensein des objektiven Schwingungsverhältnisses 3 : 4, immer der gleiche bleiben kann. Daß die Gleichzeitigkeit oder das Nacheinander zweier Töne keinen »prinzipiellen Unterschied« ihrer

»Konsonanz« bedinge[1]), diese Ansicht versucht Lipps jetzt durch zwei Gründe zu stützen. Der eine besteht lediglich in einer willkürlichen und, wie ich meine, psychologisch nur verwirrenden Erweiterung der Begriffe »Klang« und »Zusammenklang«. Auch beim strengen Nacheinander zweier Töne treffe doch die Empfindung des zweiten mit einem »Erinnerungsnachklang« des ersten zusammen. Also sei auch die Klangfolge »psychologisch jederzeit eine Art des Zusammenklanges«. Der andere Versuch einer Begründung hält sich näher an psychologische Tatsachen. »Ich kann«, sagt Lipps wiederholt, »den Zusammenklang stetig in eine ausgesprochene Klangfolge verwandeln«, oder umgekehrt. Und dabei »kommt nirgends ein Punkt, wo das eigentümliche Bewußtsein der Verwandtschaft oder Gegensätzlichkeit, das ich anfangs hatte, in ein ganz anders geartetes Bewußtseinserlebnis umschlüge« (139, 145). — Ein solcher plötzlicher Umschlag, unter diesen Bedingungen, in etwas gänzlich anders Geartetes liegt aber keineswegs in der Konsequenz der bekämpften Theorien. Wollte man einem Beobachter den qualitativen Unterschied verbergen oder undeutlich machen, der zwischen dem Zusammenklang und der Folge »derselben« Töne tatsächlich besteht, dann allerdings wäre es angezeigt, das von Lipps vorgeschlagene Verfahren zu befolgen; denn dabei wird jeder augenblickliche Empfindungszustand von den Nachwirkungen der unmittelbar vorangegangenen, minimal verschiedenen dermaßen assimilativ beeinflußt, daß ein deutliches Unterschiedsbewußtsein und ebenso eine Scheidung der Empfindungs- von den assoziativen Faktoren außerordentlich erschwert wird. Ich kann auch stetig und ohne plötzlichen Umschlag weiß in schwarz überführen, oder jede farblose Lichtempfindung in jede gesättigte Farbe, oder einen Ton in ein Geräusch, eine Konsonanz in eine Dissonanz, oder Lust in Unlust. Folgt aber daraus, daß es sich in diesen Fällen psychologisch jeweils um wesentlich dasselbe handle? Wie weit denn die tatsächliche Übereinstimmung zwischen Tonfolge und Zusammenklang reiche, worin die angedeutete Verschiedenheit des unmittelbaren Eindrucks bestehe, wird in keiner der Lippsschen Darstellungen deutlich. Noch weniger werden die assoziativen

[1]) Stumpf gegenüber kehrt sogar die Behauptung wieder, »die Konsonanz der Töne« sei in diesen und noch andern Fällen »dieselbe« (170).

Zusammenhänge berücksichtigt, die zwischen gleichzeitigen und sukzessiven Tonkomplexen in der mannigfaltigsten Weise — im Laufe der individuellen, wie der Gattungsentwicklung — sich bilden müssen. Die Urteile über »Konsonanz« oder »Dissonanz« von Tonfolgen hatte ich in erster Linie auf die Wahrnehmungen der »gleichen« Intervalle bei vollständig oder teilweise simultaner Tongebung, und auf deren assimilative Nachwirkungen zurückgeführt. Stumpfs Darlegungen über das Verhältnis von Melodie und Harmonie hatten wesentlich dieselbe Tendenz, wenn er die von Lipps und andern Akustikern früher behauptete Homophonie aller ursprünglichen Musik und die daraus gefolgerte Priorität unserer Melodik vor unserer Harmonie bestritt[1]). Eine auf Erscheinungen des Zusammenklanges basierte Theorie der Konsonanz, betont Stumpf mit Recht, »verlangt gar nicht, daß die Musik im Anfang harmonisch oder mehrstimmig gewesen sein müßte, sondern nur: daß die Entdeckung und Auswahl der Intervalle, die in der Melodie gebraucht wurden, durch Phänomene des gleichzeitigen Hörens veranlaßt wurde.« Meine konsonanztheoretische Fragestellung, wonach die psychologische Analyse der Zusammenklänge den Ausgangspunkt zu bilden habe und eine Voraussetzung sei für das Verständnis etwa der europäischen Melodik oder unseres Intervallurteils bei Tonfolgen, — diese Fragestellung habe ich durch zahlreiche Tatsachen der vergleichenden Musikwissenschaft, wie der experimentellen Beobachtung begründet (unbeabsichtigte und partielle Mehrstimmigkeit; unreine Intonation und irrationale Intervalle bei überwiegend homophoner Musik u. a.). Zu diesen tatsächlichen und theoretischen Ausführungen sollte eine Argumentation, wie die angeführte von Lipps, zunächst Stellung nehmen.

Vgl. [3], 244ff.; 253: »Was Lipps und Meyer zur Theorie der melodischen Tonfolge oder ‚der' Tonleiter beibringen, stützt sich ausschließlich auf die Betrachtung unsrer europäischen Musik, einer Musik, die anerkanntermaßen in hohem Grade von der Harmonie im Zusammenklange bestimmt ist. Wenn, wie sie meinen, auch bei strenger Sukzession die Töne von einfachem Schwingungsverhältnis verwandtschaftlich einander zugeordnet wären, wenn sie als ursprünglich konsonant oder harmonisch notwendig auf einander hinwiesen, so wären Tonsysteme wie das der Siamesen oder das der Javaner psychologisch kaum zu begreifen«. . . .

---

[1]) Stumpf, Beiträge 1, 60ff. Vgl. Wundt, II, 425.

»Wo und soweit die Intervalle von relativ einfachem Schwingungsverhältnis wirklich auch in der Tonfolge irgendwie ausgezeichnet sind, z. B. hinsichtlich des Intervallurteils, da läßt sich das ebenfalls nur aus den Erfahrungen an Zusammenklängen (einschließlich der zusammengesetzten Einzelklänge [vgl. dazu Stumpf, a. a. O. S. 60]) begreifen«.

Jeder weitere Fortschritt unserer tatsächlichen Einsicht in die Musiksysteme außereuropäischer Völker verstärkt die (m. E. schon aus einer unbefangenen Selbstbeobachtung zu gewinnenden) Gründe, die es unmöglich machen, das Konsonanzbewußtsein ohne Rücksicht auf die Wahrnehmung relativ dauernder Zusammenklänge zu erklären. Ein sicheres und differenziertes Konsonanzbewußtsein, wie es in Europa jeder Musikalische besitzt, kann sich nur an mannigfaltigen und regelmäßig wiederkehrenden Zusammenklängen entwickeln, wie sie unsere mehrstimmige, harmonische Musik bietet.

Abraham und v. Hornbostel haben bei genauer Untersuchung die Musik der Japaner als einstimmig und harmonielos befunden. Dementsprechend zeigt auch diese Musik weitgehende Abweichungen der Intonation von den durchschnittlich bevorzugten und wahrscheinlich beabsichtigten Intervallen; ferner fehlen in ihr alle Anzeichen eines »Konsonanz-« oder »Harmoniegefühls«. Auch die Begriffe Klangverwandtschaft, Dur und Moll, Tonika und Leitton können auf diese Musik keine Anwendung finden, so sehr jeder europäische Beobachter geneigt ist, dergleichen [assimilativ] hineinzuhören. Wesentlich dasselbe hat die vergleichende Analyse türkischer und indischer Melodien ergeben. Bei den Indern fanden sich »schwache Ansätze zur Polyphonie« (ausgehaltene Oktaven und Quinten) und dementsprechend auch geringe Spuren eines »Gefühls« für Konsonanz und Dissonanz; aber auch hier ist von Toniken oder Leittönen in unserem Sinne des Wortes und von Dur und Moll keine Rede; auch hier finden sich zahlreiche Intonations- und Melodieformen, die nur in einer wesentlich homophonen Musik sich behaupten können[1]).

Was das sog. Konsonanzbewußtsein oder Harmoniegefühl betrifft, dessen Vorhandensein oder Fehlen, so muß psychologisch zweierlei scharf auseinander gehalten werden: 1) ob Unterschiede der Konsonanz und

[1]) O. Abraham und E. v. Hornbostel, Sammelbände d. Internat. Musik-Gesellsch. IV. (1903), Sonderdr. S. 26—31, 39. Ebendort V (1904), 383, 387. Zeitschrift f. Ethnologie 36 (1904), 230ff.; 203ff. — Vgl. oben, Bd. I, 372ff.

Harmonie in einem bestimmten Musiksystem und in seinen praktischen Anwendungen eine Rolle spielen, — wie diese Unterschiede unsre gegenwärtige Musik durchgängig beherrschen. Diese Frage ist für die bisher untersuchten orientalischen Musiksysteme ganz oder größtenteils zu verneinen. — Eine wesentlich andere Frage ist 2): ob die einzelnen Menschen, die etwa in einem solchen harmonielosen Musiksystem aufgewachsen sind und seiner sich bedienen, ein Konsonanzbewußtsein irgend welcher Art, ob sie die Unterscheidungsfähigkeit für Konsonanz oder Dissonanz überhaupt besitzen. — Gleichviel, ob und wieweit dergleichen in ihrer eigenen Musik zur Geltung kommt; das kann verhindert werden durch technische Ursachen: kurze Dauer oder Geräuschartigkeit der verwendeten Klänge, Unvollkommenheit der Instrumente und ihrer Abstimmung; ferner durch religiöse und andere psychologische Momente musikalischer wie außermusikalischer Art: Zahlenmystik, einschließlich der bei den Orientalen hoch entwickelten Zahlentheorie und Meßkunst; Freude am bloßen Lärm; Überwiegen der rhythmischen oder der Bewegungskomponenten; der religiösen, wirtschaftlichen, erotischen, poetischen und konventionellen Faktoren in den »musikalischen« Gesamterlebnissen [1]).

Die hier an zweiter Stelle genannte, psychologisch fundamentale Frage: nach dem lebendigen Konsonanzbewußtsein der einzelnen Menschen, läßt sich mit Sicherheit und Genauigkeit nur durch experimentelle Methoden entscheiden. Eine solche experimentelle, d. h. die Bedingungen systematisch variierende Untersuchung sollte überall, wo es sich um noch lebende Musik handelt, die Zergliederung der originalen musikalischen Darbietungen und ihrer graphischen oder phonographischen

---

[1]) Nach Abraham und v. Hornbostel ist in Japan absolute Musik überhaupt selten; die Musik dient fast ausschließlich dazu, Gesang oder Tanz — oder Arbeit (K. Bücher) —, dramatische Spiele und religiöse Zeremonien zu begleiten. Dies wurde mir von einem japanischen Musiker, Herrn Shimasaki in Leipzig bestätigt. Der Psychologe, Prof. Dr. Tsukahara fügte hinzu, daß in den meisten dieser Fälle das eigentlich Musikalische gar nicht im Vordergrunde des erlebenden Bewußtseins zu stehen pflege. Unter diesem Gesichtspunkte wird namentlich die uralte, durch strenge Traditionen gebundene religiöse Musik der Japaner zu beurteilen sein, von der die Reisenden übereinstimmend berichten, daß sie »für europäische Ohren unerträglich« sei. Es ist bemerkenswert, daß diese Musik von den genannten Japanern als Musik ähnlich charakterisiert wurde. Beide fanden Gefallen an guter deutscher Musik, hatten aber jenes abfällige musikalische Werturteil schon in ihrer Heimat sich gebildet. — Übrigens kann man musikalische Darbietungen, die als solche regelmäßig sehr unschön sind, ohne doch eine weihevolle Gesamtstimmung durchaus zu stören, auch in christlichen Kirchen der Gegenwart beobachten, z. B. beim gemeinschaftlichen Gesange der Priester in den Domen von Assisi und Florenz oder in S. Pietro in Vincolis zu Rom.

Die absolute Musik ist natürlich überall ein spätes Produkt kultureller Differenzierung. Von allen Naturvölkern gilt in verstärktem Maße, was oben von der gebundenen Musikpflege der Japaner gesagt wurde.

Niederschläge ergänzen. Mir ist nur ein Fall bekannt, wo das einigermaßen ausgiebig geschehen ist: Stumpfs Beobachtungen an siamesischen Musikern [1]). Während die Siamesen ihre eigene, durchaus unharmonische Tonleiter nur sehr ungenau herzustellen vermochten, konnten sie den — in ihrer Musik nicht vorkommenden — Durdreiklang »recht rein nachsingen«. »Quinten sangen sie ebenfalls befriedigend, ebenso den Gang G — C — g.« Die Mollterz nahmen sie etwas zu hoch. Gefühlsmäßig wurden unsre Quarte und unsre beiden Terzen im Nacheinander der Töne von ihnen nicht gebilligt.

Wurden auf der Violine die beiden oberen Saiten zugleich angestrichen, so beurteilte das am genauesten untersuchte Mitglied der siamesischen Kapelle richtig die zu hohe oder zu tiefe und sehr genau die reine Stimmung der Quinte. »Vielleicht«, fügt Stumpf hinzu, »daß die Gleichzeitigkeit ihm hier auch die natürliche Stimmung zum Bewußtsein brachte.«

Einige siamesische Motive, einfach in unserem Sinne harmonisiert, klangen demselben Beobachter: »Nicht übel, aber zu viele Töne«. Endlich hatte er eine (leider nur zu kleine) Anzahl Zusammenklänge des Klaviers nach ihrer Annehmlichkeit zu beurteilen. Die Dissonanzen und der Mollakkord waren ihm jedesmal unangenehm, der Durakkord dagegen, trotz der ungewohnten Klangfarbe des Instruments, jedesmal entschieden angenehm, »und zwar um so mehr, je mehr sich die Zusammenstellung derjenigen der harmonischen Teiltöne eines Klanges näherte«.

Die bisher ermittelten Tatsachen der (völker-)vergleichenden Musikpsychologie stimmen psychologisch gut überein mit der Art, wie auch innerhalb unseres Kulturkreises wenig geübte Personen auf Zusammenklänge und auf Tonfolgen reagieren. Ich habe Europäer der verschiedensten Übungsstufen, und gelegentlich einige Japaner, daraufhin untersucht. Alle diese Beobachtungen führen zu dem theoretischen Ergebnis: Es besteht für Zusammenklänge ausgeprägterer Konsonanz oder Dissonanz ein unmittelbares, zunächst gefühlsmäßiges Konsonanzbewußtsein, auch unabhängig von der Erfahrung. Bei Tonfolgen dagegen ist hiervon keine Rede; soweit überhaupt in der Tonfolge die Intervalle einfachen Schwingungsverhältnisses für das erlebende Bewußtsein charakteristisch von den andern unterschieden sind, läßt sich das auf die Erfahrung, namentlich an Zusammenklängen zurückführen. Beides erklärt sich großenteils durch die gesetzmäßigen,

---

[1]) Stumpf, Beiträge 3, 104 ff. Vgl. Zeitschr. f. Psychol. 27. Dem von Stumpf gelegentlich untersuchten Bellakula-Indianer fiel es nicht schwer, singend seine Melodien in jede beliebige Tonhöhe seines Stimmumfangs zu transponieren. Vierteljahrsschr. f. Musikwissensch. 2 (1886), 408.

früher ausführlich beschriebenen Eigenschaften und Unterschiede der Kombinationserscheinungen. Diese primären, sinnlichen Grundlagen der Konsonanz fallen eben bei aufeinander folgenden Tönen fort.

In meiner Studie über Differenztöne und Konsonanz hatte ich behauptet ([3], 253 f.), »beim Nacheinander der Töne bestehe ein unmittelbares Bewußtsein der Konsonanz gar nicht, und hier könne von Konsonanz oder Dissonanz selbst mit Bezug auf das europäische Ohr nur in einem andern, übertragenen und abstrakten Sinne die Rede sein.« Inzwischen haben mehrere in akustischen Beobachtungen wohlgeübte Personen, darunter hochmusikalische mir bestätigt, daß die Behauptung »konsonanter oder dissonanter« Tonfolgen für sie gar keinen eigentlichen Sinn besitze. Dasselbe hatte ich auf Grund meiner Selbstbeachtung konstatiert. Und als Ergebnis vergleichender Versuche über simultane und sukzessive Tonmehrheiten fügte ich hinzu, »daß auch das Gefühlsmoment bei sukzessiven Tönen für die Anwendung des Konsonanzbegriffes keinen Anhalt bietet.«

Dieses letztere Ergebnis zum mindesten hätte Lipps m. E. widerlegen oder berücksichtigen müssen, ehe er aus der sogenannten »Konsonanz« von Tonschritten kritische Folgerungen zog. Denn die Gefühle des Angenehmen oder Unangenehmen und das allgemeine, gefühlsmäßige Zumutesein haben ja in seiner eigenen Konsonanztheorie eine grundlegende Bedeutung. Inzwischen habe ich die genannten Versuche mehrfach kontrolliert, mit Beobachtern sehr verschiedenen Lebensalters und Übungsgrades. Auch unter denen, die sich als gänzlich unmusikalisch bezeichneten und in anderen Hinsichten als außerordentlich ungeübt sich erwiesen, war keiner, »dem nicht in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die konsonanten Zusammenklänge angenehmer gewesen wären als die dissonanten« ([3], 30). Auch junge Kinder, von 8 bis 3 Jahren, soweit der sprachliche und mimische Ausdruck bei ihnen irgend sichere Schlüsse auf die Gefühlswirkung gestattete, reagierten in diesem Sinne auf Zusammenklänge. Dagegen war bei der paarweisen Vergleichung von je zwei aufeinander folgenden Tönen das Gefühlsurteil durchweg unsicherer und schwankender, die Gefühlswirkung selbst offenbar viel schwächer als bei den Zusammenklängen. Die Tonfolgen waren in der Richtung der Lust-Unlust, auch den Musikalischen sehr häufig »gleichgültig« oder »indifferent«. Öfter noch als relative Annehmlich-

keit oder Unannehmlichkeit wurden andere Gefühlsfärbungen bemerkt, wie »spannend, interessant, anregend, frisch; langweilig (am häufigsten bei der Oktave); fremdartig oder vertraut.« Bei jedem einigermaßen Musikalischen spielt hier das Wiedererkennen bekannter oder bekannten ähnlicher Intervalle eine vorwiegende Rolle, auch im Gefühlseindruck (vergl. [3], 48; [1], 622). Soweit aber bei solchen isolierten Tonfolgen Unterschiede der relativen Annehmlichkeit überhaupt regelmäßig und bestimmt hervortreten, ordnen sich die Intervalle danach ganz erheblich anders als bei den entsprechenden Zusammenklängen. Die Oktave erscheint dann als einer der angenehmsten Tonschritte. Ausgeprägte »Dissonanzen« sind bevorzugt vor vollkommenen Konsonanzen. Namentlich rückt der Ganztonschritt regelmäßig an eine der ersten, nicht selten an die erste Stelle. Selbst die kleine Sekunde, dieses im Zusammenklange besonders unangenehme Intervall, ist im Nacheinander der Töne für viele Beobachter relativ wohlgefällig. (Die Ungeübtesten empfinden diesen kleinsten Tonschritt unseres Musiksystems, namentlich in der Tiefenregion, als weniger angenehm, »weil« der Höhenunterschied der beiden Töne dabei unsicher oder doch schwieriger aufzufassen sei.) Ein geweckter und musikalisch offenbar begabter Junge von 3½ Jahren fand auf- und absteigende Tonleitern in der Mittellage des Klaviers entschieden hübsch, ebenso die chromatische, aus lauter Halbtonstufen bestehende Leiter, diese aber, wie es schien, mit etwas geringerer Bestimmtheit. Staccatissimo gespielt, also kurz, mit ausgesprochenen Pausen zwischen Ton und Ton, machten ihm beide Leitern einen mehr komischen Eindruck. Dagegen waren ihm dieselben Tonleitern, und namentlich die chromatische entschieden unangenehm, wenn ich sie mit aufgehobenem Pedaldämpfer, also zusammenklingend spielte[1]).

[1]) Nachträglich bemerke ich eine Stelle bei Stumpf, wo es, in anderem Zusammenhange heißt (Beiträge I, 34): »Nun ist bei einer kleinen Sekunde aufeinanderfolgender Töne von Unannehmlichkeit nichts zu bemerken, der Eindruck vielmehr so befriedigend, als er nur von zwei aufeinanderfolgenden Tönen hervorgerufen werden kann.« »Schon Plutarch bezeichnete diese kleinen Intervalle als emmelische, d. h. zur Melodie geeignete, und stellte sie in Hinsicht der Annehmlichkeit in der Aufeinanderfolge den Konsonanzen gleich.« Nach Stumpf sind »an die Sukzession der Töne nicht minder lebhafte Gefühle geknüpft als an die Gleichzeitigkeit.« Dieser letzte Satz mag für ganze zusammenhängende Melodien vielleicht richtig sein; für isolierte und paarweise verglichene Tonschritte trifft er, wie gesagt, nach meinen Beobachtungen nicht zu.

Auch Stumpf hält für auf einander folgende Töne an den Begriffen Konsonanz und Dissonanz fest, obwohl seine eigene Konsonanztheorie durchaus auf die Eigenschaften von Zusammenklängen basiert ist und, soweit sie bisher entwickelt ist, für jene Übertragung meines Erachtens keinen brauchbaren Anhalt bietet [1]). Den Widerstreit zwischen Tonfolge und Zusammenklang, der dann aus den »seltsamen Verschiebungen« der Gefühlswerte im ersten gegenüber dem zweiten Falle zu resultieren scheint, sucht Stumpf dadurch zu lösen, daß er, entschiedener als alle anderen Akustiker, die Gefühlsfärbung der Tonwahrnehmungen von dem »primären Kriterium« der Konsonanz gänzlich lostrennt und erst sekundär ein Zusammenwirken der beiden Momente zuläßt (s. alle seine neueren konsonanztheoretischen Arbeiten), — ein in dieser Form psychologisch für mich undurchführbares Unternehmen [2]).

Viel einfacher und den Tatsachen gemäßer scheint es mir, die Begriffe wahrgenommener Konsonanz oder Dissonanz, entsprechend ihrer ursprünglichen Wortbedeutung, auf Zusammenklänge, einschließlich ihrer regelmäßigen Gefühlswirkung zu beschränken. Die spezifischen Eigentümlichkeiten der Tonfolge können durch andere Begriffe hinreichend und eindeutiger beschrieben werden, wie: »Tonika«, erfahrungsmäßig gewordene »Verwandtschaft«, Intervallurteil, Intervallbegriff. Die Übertragung des Konsonanzbegriffes auf Tonschritte wäre wohl nie erfolgt, oder sie bliebe unverständlich, faßten wir nicht aus Gründen, die über das gegenwärtig Wahrgenommene hinausreichen, namentlich auf Grund physikalischer oder musiktheoretischer Begriffe den Zusammenklang zweier Töne und die Folge »derselben« Töne unter den gleichen Namen (Quinte, Halbton; »dasselbe Intervall« u. a.) zusammen. Man frage sich unbefangen beim Anhören etwa der diatonischen oder auch der chromatischen Tonleiter, ob hier die unmittelbare Wahrnehmung Anlaß bietet zu dem Urteil: man höre eine Folge von lauter ausgeprägten Dissonanzen.

Hervorragend musikalische Personen erklärten mir auch in diesem Falle, ein solches Urteil habe, genau genommen, gar keinen Sinn.

[1]) Vgl. dazu Lipps (167 ff.), dessen Kritik der Verschmelzungslehre mit der von mir vorgetragenen (3) jetzt großenteils übereinstimmt.

[2]) Vgl. auch Lipps, S. 157 unten.

Diese Erkenntnis wird freilich dieselben Musiker nicht hindern, »der Einfachheit wegen«, wie sie sagten, von »konsonanten» oder »dissonanten« Intervallen zu sprechen, gleichviel, ob die beteiligten Töne zusammen erklingen, oder ob sie nur als möglicherweise gleichzeitig gedacht werden.

Zwischen den Erlebnissen bei gleichzeitigen und solchen bei sukzessiven Tonkomplexen bestehen Wirkungszusammenhänge und auch gesondert wahrnehmbare Relationen der verschiedensten Art. Das kann nicht anders sein bei den zahlreichsten Erfahrungs- und Ähnlichkeitsbeziehungen der beiden Erscheinungsgruppen (häufig erlebte Kontinuität des Überganges, teilweise Gleichheit der Elemente). Aber gerade um diese psychologischen Zusammenhänge rein empirisch vollständig zu begreifen [1]), ist es notwendig, Tonfolge und Zusammenklang streng auseinander zu halten. Wo das nicht geschieht, wo die verschiedensten Fragestellungen (3, 239 ff.) von vornherein konfundiert werden, da ergeben sich unlösbare Scheinprobleme und auf der anderen Seite irreführende spekulative Lösungen, da kommen sowohl die Fragen des Zusammenklanges wie die der Tonfolge zu kurz, da werden die wichtigsten Aufgaben der Tonpsychologie verschoben oder verhüllt, besonders eben diejenigen, die es mit den Beziehungen zwischen Tonfolge und Zusammenklang zu tun haben.

Das hier Gesagte versuche ich zum Schluß an einer tonpsychologischen Frage zu verdeutlichen, die in Lipps' Konsonanztheorie eine entscheidende Rolle spielt: an der Frage der sog. Tonika.

Werden einem europäischen Hörer (von einiger musikalischer Erfahrung) zwei oder mehr aufeinander folgende Töne dargeboten, deren Intervallverhältnisse unserem Musiksystem angehören, so ist es einem solchen Hörer in vielen Fällen nicht gleichgültig, mit welchem Tone dieser sukzessive Tonkomplex, diese längere oder kürzere Melodie schließt. Gewisse Töne erscheinen ihm nicht als befriedigender Abschluß der vorliegenden Tonreihe; er fühlt bei ihnen das Bedürfnis einer weiteren Fortführung der Melodie, eines Fortganges, im

[1]) Das Reinheitsbewußtsein z. B. beschränkt sich keineswegs auf »konsonante« Intervalle: man kann auch die »Reinheit« einer Sekunde, einer Septime auffassen und beurteilen. Andrerseits ist die Reinheitsauffassung nachweislich aufs stärkste von den Erfahrungen an Zusammenklängen beeinflußt.



allgemeinen, zu einem ganz bestimmten oder zu einigen wenigen anderen Tönen. Ein bestimmter Ton erscheint vielfach als der geforderte, der relativ befriedigendste Schlußton; in manchen Fällen sind zwei oder mehr verschiedene Töne in diesem Sinne mehr oder weniger gleichwertig, welche Töne dann unter sich in relativ einfachen Schwingungsverhältnissen zu stehen pflegen. Der am meisten befriedigende Schlußton wird als Tonika bezeichnet.

Die Erscheinungen der Tonika sind hier geflissentlich auf einen möglichst hypothesenfreien und phänomenologischen Ausdruck gebracht worden. Denn was die verschiedenen Musiktheoretiker und neuerdings auch einige Tonpsychologen darüber hinaus an »Gesetzen« der Melodieführung, insbesondere der Tonika lehren, stimmt unter sich wenig überein und steht in gar keinem Verhältnis zu den rein erfahrungsmäßigen Fundamenten eben dieser Theorien. Es fehlt auf diesem Gebiete noch ganz an hinreichend kontrollierten, experimentellen Beobachtungsreihen, die den methodischen Anforderungen der exakten Psychologie genügten. Lipps hat wiederholt ein allgemeines, aber schon bestimmteres Gesetz der Tonika aufgestellt, das er neuerdings, in wesentlicher Übereinstimmung mit Max Meyer, so formuliert (S. 197): »Wenn in dem durch möglichst kleine ganze Zahlen ausgedrückten Schwingungsverhältnisse zweier genügend nahe verwandter Töne das eine Verhältnisglied 2 oder eine Potenz von 2 ist (einschließlich $2^0 = 1$), so ist der diesem Verhältnisglied entsprechende Ton gegenüber dem anderen der Zielton [= Tonika]«. Dieses Gesetz, sowie die von Lipps und Meyer dafür mitgeteilten Beispiele und Modifikationen bedürfen meines Erachtens, wie gesagt, noch der experimentellen Prüfung. Aber in einigen Fällen ist es auch nach meiner Beobachtung, an musikalischen Europäern, ein treffender Ausdruck der Tatsachen. Mit Sicherheit kann ich es bisher nur für die beiden besonders einfachen Fälle bestätigen, auf die auch Lipps besonders Gewicht legt: der Quinte (2:3; Tonika 2 [oder 1]) und der Quarte (3:4; Tonika 4 [oder 2 oder 1]). Wenn also innerhalb einer breiten Mittellage des Tongebietes beispielsweise ein C und seine Quinte G einmal oder auch öfter aufeinander folgen, so ist C und nicht G der befriedigende Abschluß; bei der Quarte C F dagegen: F und nicht C. Im ersten Falle ist dem (Ausgangs-) C seine tiefere Oktave (1) als Schlußton mindestens gleichwertig; im zweiten Falle

kann für das ursprünglich verwendete 𝔉 mit dem gleichen Erfolge dessen tiefere Oktave (2) oder Doppeloktave (1) eintreten. Auch das stimmt mit den Angaben von Lipps überein und ebenso mit seiner theoretischen Deutung des Tatbestandes.

Lipps' Theorie der Tonika, und der Tonfolge überhaupt, bringt nun die fraglichen Erscheinungen in engste Verbindung mit der »Konsonanz« und »Dissonanz« und daher mit der Lehre von den unbewussten Schwingungsrhythmen, die, den physikalischen Tonschwingungen entsprechend, bei jeder Tonempfindung in der Seele ablaufen sollen (s. oben, Bd. I, S. 335). Es war von vornherein ausgesprochenermaßen eines der Hauptargumente dieser Lippsschen Konsonanztheorie, daß sie die Konsonanz, einschließlich der sogenannten Konsonanz der Tonschritte, und die hier in Frage stehenden Regelmäßigkeiten der Tonfolge zugleich erkläre.

Zu diesem Zwecke wird allerdings die »Rhythmen«-Hypothese durch zwei weitere Hilfshypothesen ergänzt. Erstens (Lipps, S. 194): »Die Zusammenfaßung von je zwei Elementen einer Folge von gleichen Elementen ist die einfachste und natürlichste Art der Zusammenfassung sukzessiver Elemente überhaupt. Sie ist die in sich gegensatzloseste. Vielmehr, sie ist die einzig in sich gegensatslose oder die schlechthin natürliche. Sie allein entspricht vollkommen dem Prinzip der ‚Wiederkehr des Gleichen'. Dagegen trägt die Zusammenfassung von je drei Elementen, noch mehr die von fünf oder sieben Elementen — weil dieselben in wachsendem Maße diesem Prinzip zuwiderlaufen — ein Moment des Widerstreites in sich.« Man sieht, wie erst durch diesen Zusatz die Theorie der unbewussten rhythmischen Tonerregungen, über die »Einfachheit« oder »Übereinstimmung« (= Konsonanz) der Schwingungsverhältnisse hinaus, den Erscheinungen der Tonika angepasst wird (2:3; dagegen 3:4 oder 2). Was die zugrunde liegende Analogie der bewussten rhythmischen Erlebnisse angeht, von denen allein wir empirische Kenntnis haben, so kann die Behauptung einer natürlichen Überlegenheit des zweigliederigen über den ungeradzahlig gegliederten Rhythmus sich auf gewisse Erfahrungen des akustischen, mehr noch vielleicht des körperlichen Bewegungs-Rhythmus berufen, — welche Erfahrungen (der Zweitakt sei der natürliche und schlechthin überlegene) freilich wiederum der experimentellen Untersuchung noch bedürfen. Um weiterhin

die oben angedeutete Tatsache zu erklären, daß in gewissen Fällen der Tonfolge die Verhältniszahl 2 oder deren Multipla durch die Verhältniszahl 1, also der nächstliegende »Zielton« durch seine tieferen Oktaven ersetzt werden kann, macht Lipps (2.) die Hilfskonstruktion: mit jeder sukzessiven wie gleichzeitigen Mehrheit von »Tonrhythmen« sei für die Seele noch ein »Grundrhythmus« wirksam gegeben, der der grössten gemeinsamen Teilungszahl entspreche, und so wiesen die Töne z. B. 200 und 300, oder 300 und 400, oder 400 und 700 jeweils primär auf den Ton 100 (von der Verhältniszahl 1) hin, als auf ihr »letztes, natürliches Gravitationszentrum«, ihre »Basis« oder «vollkommenste Ruhelage« (194 f., 118 f., 124, 205 ff.). — Selbst unter Voraussetzung der fundamentalen Hypothese von den unbewussten Tonerregungen und ihrer »rhythmischen« Gliederung, wäre hier wiederum noch genauer zu prüfen, ob und wieweit jenem idealen »Grundrhythmus« Erfahrungen des bewußten rhythmischen Erlebens zur Seite stehen.

Aber lassen wir diese notwendige Voraussetzung, mit der sich Lipps, wie ich glaube, zu rasch abfindet, hier auf sich beruhen und bleiben bei den in Frage stehenden Erscheinungen der Tonwahrnehmung. Es ist also nach Lipps ein besonderer Vorzug seiner Konsonanztheorie vor denen von Helmholtz, Stumpf und Wundt wie vor der meinigen, daß seine »Rhythmen«-Theorie [einschließlich der zuletzt angeführten beiden Zusätze] nicht nur die Konsonanz der Zusammenklänge in ihrem Wesen verständlich mache, sondern zugleich die »Konsonanz« der Tonfolge und die Erscheinungen der Tonika. Schon aus dem bisher Gesagten dürfte hervorgehen, daß es sich hier um eine nur scheinbare und aus mehr als einem Grunde unannehmbare Vereinfachung der Probleme handelt. Wie es die Art spekulativer Hypothesen ist, »erklärt« die fragliche von Lipps in einigen Hinsichten zu wenig, in andern erheblich zu viel. Was es mit der »Konsonanz« aufeinanderfolgender Töne auf sich hat, haben wir gesehen. Ein unmittelbares, sinnliches Konsonanzbewußtsein von der Art des bei Zusammenklängen primär gegebenen existiert bei Tonschritten überhaupt nicht, — trotz der Theorie der »rhythmischen Übereinstimmung« aller Töne einfachen Schwingungsverhältnisses. Soweit bei der Tonfolge die »konsonanten« Intervalle gegenüber den »dissonanten« irgend ausgezeichnet sind, handelt es sich entweder um eine spezifische

Ähnlichkeit (namentlich der Oktaventöne) [1]), die innerhalb wirklicher Konsonanzwahrnehmungen eine gewisse Rolle spielen dürfte (vgl. auch [3], S. 42 ff.), die aber für sich allein nicht ausreicht, die spezifische Komplexqualität der Konsonanz zu bewirken und von dieser qualitativ verschieden ist. Die besondere Ähnlichkeit der Oktaventöne ist selbst, großenteils, durch Erfahrung bedingt, und in erster Linie durch frühere Wahrnehmung gleichzeitiger Tonmehrheiten (häufiges Zusammengegebensein der Oktaventöne in allen musikalischen Einzelklängen und in allen konsonanten Zusammenklängen; gleiche Teiltöne bei — zusammengesetzten — Oktavenklängen). Die meisten dieser Erfahrungsfaktoren sind überall, auch in der primitivsten Musik wirksam; und es ist sehr fraglich, ob ohne sie eine spezifische Ähnlichkeit auch nur der (einfachen) Oktaventöne bestehen würde; dagegen bleibt bei Zusammenklängen einfacher Töne auch nach Abzug aller Erfahrungsfaktoren ein Fundament rein sinnlicher Gegebenheiten (der Empfindung) übrig, auf dem eben das unmittelbare Konsonanzbewusstsein (bei Zusammenklängen) beruht.

Lipps' Theorie der »Tonverhältnisse«, wie sie beim Gegebensein der gleichen objektiven Schwingungsverhältnisse in psychologisch immer wesentlich gleicher Weise durch die »zugrundeliegenden« »Rhythmen« der unbewussten Erregungen zustande kommen sollen, — diese vielumfassende Theorie rückt die Erscheinungen der Tonfolge und des Zusammenklanges so sehr auf eine und dieselbe Linie, daß die weitgehenden tatsächlichen Unterschiede der beiden Erscheinungsgruppen dadurch unbegreiflich werden oder nur durch eigens dazu erdachte Hilfshypothesen könnten begriffen werden.

Ob eine Tonreihe dem oben angegebenen Gesetze der Tonika gehorcht oder nicht, das pflegt selbst im Falle der Quinte oder Quarte weniger sicher und weniger lebhaft aufgefaßt zu werden, als bei Zusammenklängen der Unterschied einer jeden vollkommneren Konsonanz gegenüber einer jeden ausgeprägteren Dissonanz. Vor allem sind diese

---

[1]) Nur für das Oktavenintervall scheint mir die Beobachtung eine solche spezifische Ähnlichkeit entschieden zu bestätigen, — übereinstimmend mit den Angaben der meisten Akustiker. Stumpf verhält sich auch hierzu skeptisch; er betont vor allem, daß die Konsonanz, und die akustische Verschmelzung überhaupt, auf dergleichen Ähnlichkeiten nicht könne zurückgeführt werden (Tonpsychologie II, 193 ff.; s. oben, Bd. I, 357).



Unterschiede (der wahrgenommenen Konsonanz) von viel lebhafteren Gefühlen begleitet als jene (des tonalen Abschlusses). Nur im Falle des unbefriedigenden Abschlusses kann man durch einfache Tonschritte (Quarte oder Quinte) ein einigermaßen intensives Gefühl erzeugen; und auch dieses (Unlust-)Gefühl ist von qualitativ erheblich anderer Art als die Unannehmlichkeit eines dissonanten oder die Annehmlichkeit eines konsonanten Zweiklanges.

Die Bewußtseinserscheinungen der Tonika treten erst auf einer viel höheren Stufe der Übung überhaupt hervor als die der Konsonanz und Dissonanz von Zusammenklängen. Die Konsonanzwahrnehmung setzt, wie wir sahen, irgend welche musikalische Erfahrungen nicht notwendig voraus. Dagegen ist die Tonika, im hier gemeinten (Lippsschen) Sinne des Wortes, wesentlich bedingt durch regelmäßige Erfahrungen an konsonanten Zusammenklängen.

Anders wären die Haupttatsachen der exotischen Musik nicht zu begreifen. Wo die Konsonanz (des Zusammenklanges) fehlt, da gibt es auch keine Tonika. Was man in gewissen orientalischen Musiksystemen als »Hauptton« oder »melodischen Schwerpunkt« bezeichnet, ist etwas wesentlich anderes als die Tonika unsrer harmonischen Musik. In indischen Melodien z. B. pflegt ein einzelner Ton, der keineswegs immer der Schlusston ist, durch häufige Wiederkehr, durch längere Dauer, durch schleifende oder trillerartige Verbindung mit den Nachbartönen und dergleichen ausgezeichnet zu sein[1]). Solche Art der »Tonalität« hat mit der Konsonanz nichts zu tun; — sie findet denn auch keine Stelle in Lipps' »Theorie der Melodie«, welche Theorie überall in unanalysierter Weise die Tatsachen der Konsonanz voraussetzt.

Nach der Theorie der unbewußten Schwingungsrhythmen wären auch im Nacheinander, ohne jeden Einfluß der Zusammenklänge, die »konsonanten« Töne (einfachen Schwingungsverhältnisses) verwandtschaftlich einander zugeordnet; sie forderten sich gegenseitig; sie drängten aufeinander zu. Bei dieser Grundauffassung bleibt, ich wiederhole es, unverständlich, daß die meisten exotischen Völker, von deren Musik wir wissen, unsre konsonanten Intervalle gar nicht oder

[1]) Abraham und v. Hornbostel, Sammelbände d. Internat. Musik-Gesellsch. V, 384, 390ff., 395.

nur zum geringsten Teile gefunden haben (die Siamesen kennen davon nur die Oktave), daß sie ihre — ziel- und schwerpunktlosen, ja beziehungslosen? — Melodien nicht nur ertragen, sondern den unsrigen vorziehen. Was den Rhythmus im eigentlichen Sinne betrifft, namentlich die rhythmische Gliederung aufeinanderfolgender Schalleindrücke, so sind dessen Formen bei eben diesen Völkern bekanntlich den unsrigen mindestens ebenbürtig, wenn nicht weit überlegen.

Die vergleichende Untersuchung der fremden Musiksysteme stimmt mit der rein empirischen Analyse unsres gegenwärtigen musikalischen Bewußtseins in dem Ergebnis überein: Tonfolge und Zusammenklang lassen sich, auch in ihren allgemeinsten Erscheinungen, nicht auf dieselbe Formel bringen; homophone Musik gestattet, eben als homophone, die allerverschiedensten Intervalle und Melodieformen; Konsonanz und Dissonanz sind ursprüngliche Eigenschaften lediglich von Zusammenklängen; unser diatonisches Intervallsystem, unsre Melodik und Tonalität sind Produkte einer Entwickelung, die wesentlich durch die Erfahrung konsonanter und dissonanter Zusammenklänge bestimmt ist.

Die Erscheinungen der Konsonanz und Dissonanz sind letzlich auf die gesetzmäßigen Eigenschaften der Differenztöne zurückzuführen. Nun besteht zwischen diesen »Nebentönen« — und der Tonalität in unserm Sinn des Wortes ein tatsächlicher Zusammenhang, der sich bei der Analyse namentlich von Quinten und Quarten geradezu aufdrängt. Weil wir noch keine exakten Beobachtungen über die Tonalität besitzen, habe ich es bisher unterlassen, diesen Zusammenhang hervorzuheben; er ist aber sicherlich nicht ohne psychologische Bedeutung und mag daher anhangsweise hier Erwähnung finden.

Vergleicht man unbefangen und noch ohne Analyse der Differenztöne eine simultane Quarte mit einer ebensolchen Quinte, so kann man ein gewisses Übergewicht bei der Quarte des höheren, bei der Quinte dagegen des tieferen Primärtones finden. Stehen z. B. die Zweiklänge beide auf dem Grundton C — wodurch freilich eine merkliche Kontrasthebung beidemale des höheren Primärtones zustande kommt — so hat in der Regel die Quarte entschieden »F-Charakter«, die Quinte dagegen mehr »C-Charakter«. Diese Beobachtung wurde mir von mehreren, theoretisch unbefangenen Musikern bestätigt. Nun enthält, wie man sich erinnert, die Quinte (2:3) einen einzigen, relativ

sehr starken Differenzton 𝔊, die tiefere Oktave des Grundtones (Verhältniszahl 1); die Quarte (3 : 4) enthält als Differenztöne die beiden 𝔉 1 und 2, also die tiefere Oktave und Doppeloktave des höheren Primärtones. Jeder hört diese Differenztöne regelmäßig bei simultanen Quinten und Quarten und auch noch bei den entsprechenden Tonschritten, wie sie in der Musik gewöhnlich erzeugt werden (ligato; Zusammenwirken mehrerer Stimmen oder Instrumente). Daß man die Differenztöne im allgemeinen nicht gesondert heraushört, kann nach allem früher Gesagten ihre Wirkung im unmittelbaren Gesamteindruck nicht aufheben, sondern eher verstärken. Die Erfahrungen solcher, vollständigen oder partiellen Zusammenklänge sind für jedes Mitglied unsres Kulturkreises zahlreich und wirksam genug, um die Auffassung derselben Intervalle auch bei strenger Tonfolge entscheidend zu bestimmen.

Berechnet man, und beobachtet unter diesem Gesichtspunkte die Differenztöne der übrigen konsonanten Zusammenklänge — immer stellt sich unterhalb des Grundtones die ganze Reihe der Verhältniszahlen her, und immer hat der »charaktistische« Hauptdifferenzton die Verhältniszahl 1—, so dürften noch andere Zusammenhänge mit der Tonalität hervortreten. Bei der Oktave z. B. (1 : 2) ist ein starkes Übergewicht des Grundtones schon manchem Beobachter aufgefallen; und Lipps behauptet entschieden eine entsprechende Tonika des Oktavenschrittes. Hier fallen bekanntlich beim Zusammenklang alle Differenztöne mit dem Grundton (1) zusammen, der dadurch an wirklicher Empfindungsintensität erheblich zunimmt. Die unvollkommenen Konsonanzen sind hinsichtlich eines solchen Schwerpunktes schlechter gestellt, was durch die früher geschilderten Verhältnisse ihrer Differenztöne begreiflich wird (verschiedene Tonhöhe der zunehmend zahlreichen, geringere Intensität und Deutlichkeit des charakteristischen Differenztones bei zunehmender Entfernung — nach der Tiefe — von den Primärtönen). Die Dissonanzen, für sich allein gehört, ermangeln notwendig des Schwerpunktes überhaupt.

Hier hätten wir genau die von Lipps gesuchte »wirksame Basis« der Intervalle, den »Schwerpunkt« oder »herrschenden Ton« seiner Theorie der Melodik; wir brauchen nur hinzuhören, nur festzustellen, was bei Zusammenklängen tatsächlich und regelmäßig in der bewußten Empfindung gegeben ist. Auch von dieser Seite her erweist sich

die geistvolle Hypothese der unbewußten Tonschwingungsrhythmen als unnötig, ja — auf die Dauer — als ein Hindernis der rein erfahrungswissenschaftlichen Erkenntnis.

Der nächste, abschließende Teil dieser Arbeit hat im einzelnen Stellung zu nehmen zu den Bedenken, die Stumpf gegen die Differenztontheorie der Konsonanz ausgesprochen hat. Hieraus werden sich einige konkrete Aufgaben der weiteren experimentellen Forschung ergeben.

(Schluß folgt.)

Über das Ansteigen der Tonerregung

von

Gustav Kafka.

Mit 22 Figuren im Text.

I. Einleitung und allgemeine Prinzipien der Messung.

Allgemeines über die Problemstellung.

Es mag als Beitrag zur Lehre von den sprachlichen Analogiebildungen dienen, daß bereits A. Fick in seiner Abhandlung »Über den zeitlichen Verlauf der Erregung in der Netzhaut« (Arch. f. Anat. u. Phys. 1863, S. 747) den Ausdruck des »Anklingens« der Erregung, in Analogie zu dem von ihm »im Anschluß an den bestehenden Sprachgebrauch« verwendeten Ausdruck des Abklingens einführt. An einer exakten Untersuchung des Anklingens, d. h. des allmählichen Ansteigens der Empfindungsintensität bei Einwirkung eines konstanten Reizes hat es aber gleichwohl bisher gerade auf akustischem Gebiet gefehlt. Hier sind ja die peripheren Bedingungen des Erregungsprozesses so beschaffen, daß auf sie am ehesten der physikalische Begriff des Anklingens nach den Prinzipien der Resonanz anwendbar wäre. Da wir aber vorläufig nicht imstande sind, eine Abgrenzung jener peripheren von den zentraleren Bedingungen vorzunehmen, die auch hier für die bloß allmähliche Entwickelung der Erregung in Betracht kommen, kann jener Ausdruck des Anklingens wiederum nur bildlich das allmähliche Ansteigen der Empfindung zum Ausdruck bringen, das im folgenden rein nach seinem subjektiven Effekt untersucht werden soll.

Der Bedeutung analoger Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Erregung, wie sie auf optischem Gebiet zur Erklärung des

Talbotschen Gesetzes, der Nachbilder usw. herangezogen werden, wendet man nunmehr auch in der Akustik größere Aufmerksamkeit zu[1]). Eine nicht geringere Bedeutung aber muß eine derartige Feststellung für spezifisch psychologische Probleme besitzen, zu deren Untersuchung kurzdauernde akustische Reize verwendet werden[2]).

Um nun den Verlauf des Ansteigens der Empfindung verfolgen zu können, bedarf es natürlich eines Maßes der Intensität für konstante Tonquellen und genauer Methoden zur zeitlichen Abgrenzung ihrer Einwirkung. Da sich aber bisher weder das Eine noch das Andere in befriedigender Weise erreichen ließ, ist es allen Arbeiten, die sich mit dem Ansteigen der Tonerregung befaßt haben, gemeinsam, daß sie zwar ganz allgemein über eine Zunahme der Tonintensität mit der Tondauer referieren, daß sie aber den Verlauf des Anstieges selbst nicht zum Gegenstand ihrer Untersuchungen machen.

So geben bereits Exner[3]), Max Meyer[4]), Abraham und Brühl[5]) in ihren Arbeiten über kürzeste Töne an, daß innerhalb kurzer Zeiten die Intensität eines Tones nicht nur von der Amplitude, sondern auch von der Anzahl der zur Perzeption gelangenden Schwingungen, also von der absoluten Zeit seiner Einwirkung abhänge. Exner will sogar die Zeit bestimmt haben, in welcher der Ton das Maximum seiner subjektiven Intensität erreiche, und gibt dieselbe für den Ton C mit 44 Schwingungen, d. i. 0,69 Sek., für den Ton c mit 48 Schwingungen, d. i. 0,375 Sek. an. Doch bemerkt er selbst, daß seine Angaben keinen Anspruch auf Genauigkeit erhöben, da die Intensität anfangs sehr schnell, später aber sehr langsam anwachse, so daß die Bestimmung des Maximums auf Schwierigkeiten stoße.

Auch Urbantschitsch[6]) macht ausführliche Angaben über das Anklingen akustischer Empfindungen. Er konstatiert, daß ein leiser Stimmgabelton erst nach 1—2 Sek. in seiner vollen Intensität wahrgenommen werde, und daß die Empfindung um so später ihre volle Intensität erreiche, je geringer der Schallreiz sei. Dieses

[1]) Marbe, Pflügers Arch. C. 1903.
[2]) Schulze, Philos. Stud. XIV, S. 5. Stumpf, Ztschr. f. Psych. u. Phys. XXVII, S. 148.
[3]) Pflügers Arch. XIII, 1876, S. 234.
[4]) Zeitschr. f. Psych. u. Physiol., XI, S. 207.
[5]) Zeitschr. f. Psych. u. Physiol., XVIII, S. 203.
[6]) Pflügers Arch. XXV, 1881, S. 323.

Resultat stimmt völlig mit den Angaben Dennerts[1]) überein, daß ein leiser Ton eine größere Darbietungszeit beanspruche, um zur Perzeption zu gelangen. Urbantschitsch[2]) weist ferner auf Summationserscheinungen im Gehörorgan hin, die darin ihren Ausdruck finden, daß der Prüfungston ungewöhnlich viel rascher anklinge, wenn die einzelnen Prüfungen unmittelbar aufeinander folgen, als wenn sie durch längere Pausen getrennt seien, und macht endlich Angaben über einen starken Abfall der Perzeptionsfähigkeit des Ohres für einen Ton, der einige Zeit in starker Intensität eingewirkt hat; danach wäre ein Absinken der subjektiven Intensität des Tones nach erreichtem Maximum zu erwarten, doch hat sich diese Erwartung in den vorliegenden Versuchen offenbar wegen der relativ geringen verwendeten Intensitäten nicht betätigt. Auch Schäfer[3]) ist übrigens der Ansicht, daß bei Reizen von geringer und mäßiger Stärke eine Intensitätsabnahme der Empfindung nicht zu beobachten ist und verhält sich den entgegenstehenden Argumenten gegenüber durchaus ablehnend. Im folgenden soll nun der erste Versuch einer genauen Anstiegmessung an der Hand eines Intensitätsmaßes und genauer Zeitabstufungen mitgeteilt werden, der sich aber, da er noch mit großen methodischen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, auf die Untersuchung der allgemeinsten Verhältnisse des Anstieges beschränken mußte.

Es dürfte hier nunmehr der Ort sein, kurz daran zu erinnern, was es heißt, das Ansteigen einer Sinneserregung überhaupt einer Messung zu unterziehen. Dasselbe Problem hat bereits Büchner (Psychol. Studien II, 2) einer eingehenden und streng analytischen Untersuchung unterzogen, so daß ich mich hier auf eine kurze und mehr anschauliche Darstellung beschränken kann.

Der direkten Messung sind natürlich im gegebenen Falle nur die Zeiten und die physikalischen Intensitäten unterworfen, und der Versuch liefert nur eine Angleichung zwischen zwei Empfindungen, deren eine einem Vergleichsreiz von konstanter Intensität und variabler Dauer, und deren andere einem Hauptreiz von variabler Intensität

---

[1]) Arch. f. Ohrenheilkunde XXXIV, 1892, S. 165.

[2]) Pflügers Arch. XXIV, 1881, S. 574.

[3]) Nagels Hdb. d. Phys. III, S. 509 f.

und konstanter Dauer entspricht. Der Gang einer Versuchsreihe läßt sich somit durch die Figur 1 in folgender Weise versinnlichen. Auf der Ordinate sind die physikalischen Intensitäten, auf der Abszisse die Zeiten aufgetragen zu denken. Die Vergleichsreize P_1 P_2 P_3 liegen somit sämtlich in einer Geraden mit konstanter Ordinate i_0, die Hauptreize P'_1 P'_2 P'_3 in einer Geraden mit konstanter Abszisse t_0. Mit dem Anwachsen der Darbietungszeit des Vergleichsreizes, das dem Fortschreiten auf der Geraden $i = i_0$ entspricht, wächst auch die zur Herstellung einer gleichen Empfindung erforderliche physikalische Intensität des Hauptreizes entsprechend dem Fortschreiten auf der Geraden $t = t_0$. Die Gleichheit der den beiden

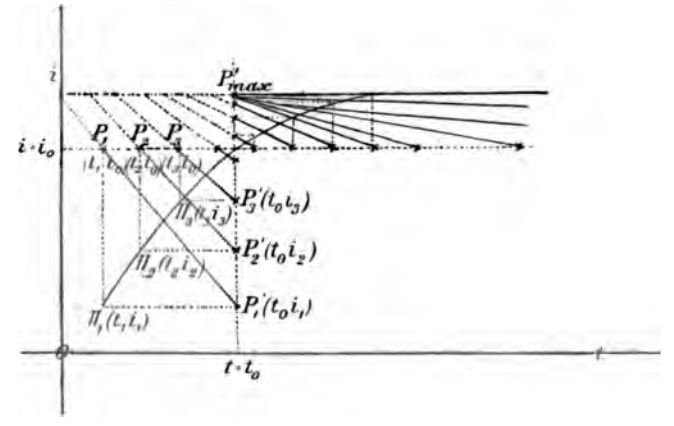


Fig. 1.

Reizen zugeordneten Empfindungen ist durch die Verbindung der die beiden Reize darstellenden Punkte durch eine »Isohypse« angedeutet. Dieses Schema sucht den tatsächlichen Verhältnissen darin nachzukommen, daß das Ansteigen der physikalischen Intensitäten, erst rasch, dann immer langsamer erfolgt, bis es endlich ein Maximum erreicht hat. Die durch die Punkte Π_1, Π_2 usw. gelegte Kurve symbolisiert somit die Gleichwertigkeit bestimmter Vergleichsreize und Hauptreize im vorher festgelegten Sinne, indem sie das anfänglich raschere, dann immer langsamere Anwachsen der i Werte des Hauptreizes bei konstantem Anwachsen der t Werte des Vergleichsreizes unmittelbar veranschaulicht. Ein solches Bild nun bringt die tatsächlichen Beobachtungen über die Empfindungs-Äquivalenz

von Reizen verschiedener Intensität und Dauer zu erschöpfender Darstellung, ohne jedoch über das Verhältnis der Empfindungsintensitäten zueinander den mindesten Aufschluß zu geben, das somit außerhalb des Rahmens einer derartigen Untersuchung liegt.

Prinzip des Intensitätsmaßes.

Es handelt sich nach dem Gesagten nun vor allem um ein Intensitätsmaß, das in bequemer Weise in eine Röhrenleitung eingefügt und zur Durchführung der obengenannten Vergleichungsmethode rasch und mit konstanter Abstufung variiert werden kann. Diese Aufgabe schien durch ein System von Röhren gelöst, welche in die Leitung des in seiner Intensität zu variierenden Tones eingefügt wurden und eine für eine bestimmte Röhre konstante Abdämpfung des Tones bewirkten. Die Abdämpfung wurde hierbei durch eine verschiedene Anzahl von feingebohrten Löchern herbeigeführt, die einen schalldichten Boden in der Röhre in symmetrischer Anordnung auf einem konzentrischen Kreis durchsetzten. Selbstverständlich wäre die Abstufung der Intensität von einer Proportionalität zur Anzahl der Bohrungen weit entfernt, wenn die Einrichtung der Röhre nichts enthielte, als eine bestimmte Anzahl von Verbindungen zwischen dem ersten und zweiten Teil der Röhre, und die Wandungen im übrigen abgeschlossen wären. Denn wenn auch die Intensität zunächst infolge der symmetrischen Verteilung als eine Summe gleichartiger Wirkungen betrachtet werden kann, so ist doch das symmetrisch aufzuteilende und wieder zusammenzufassende Ganze selbst von der jeweiligen Anzahl der Öffnungen im Röhrenboden insofern abhängig, als die Reflexion der Luftwellen an dem Abschluß dieser Röhren den fortgeleiteten Ton in seiner Intensität immer mehr verstärken würde, je mehr Röhren geschlossen sind, so daß die Beziehung zwischen Schwächung des Tones und Zahl der verschlossenen Röhren eine überaus verwickelte würde. Sodann aber könnten sich bei einer derartigen aus längeren Röhren bestehenden Leitung leicht Interferenzen einstellen, welche jene Beziehung noch mehr komplizieren würden. Eine derartige Komplikation durch Interferenz und Resonanz zeigte sich besonders stark bei den Vorversuchen, bei welchen die symmetrische Verteilung und Sammlung des Schalles

durch einen Kranz längerer durch Abstöpselung zu unterbrechender Röhren vorgenommen wurde[1]).

Deshalb wurde dieses Prinzip der Leitung durch mehrere Röhren dahin modifiziert, daß in verschiedene Röhren gleichen Kalibers, die immer in dieselbe Leitung eingesetzt wurden, eine verschiedene Anzahl von Öffnungen in der in Figur 2 angegebenen Weise gebohrt wurde. Die Figur 2 stellt eine derartige Röhre im Längsschnitt dar. Die zylindrische Röhre *R*, die direkt in die Schallleitung eingefügt ist, endete in einen verbreiterten zylindrischen Raum *B*, der ebenfalls direkt in die Leitung eingefügt und durch den — wie es sich herausstellte — vollständig schalldichten Metallboden *M* von *R* getrennt war. Von *B* aus wurden nun bei allen verwendeten Röhren 20 über die Peripherie symmetrisch verteilte Gänge in der auf der Figur angegebenen kreuzförmigen Weise gebohrt. Diese Gänge wurden nun entweder in der bei *a* angedeuteten Weise durch eingeschlagene Stöpsel verschlossen: dann stand *B* direkt mit *R* in Verbindung. Oder aber es wurde wie bei *b* eine zweite Öffnung nach außen gebohrt und der andere Teil der Leitung in der angedeuteten Weise durch zwei Metallstöpsel verschlossen, so daß die von *B* kommende Luftwelle direkt in die freie Luft austrat (natürlich aber so geschwächt, daß sie nicht zur Erregung einer Tonempfindung hinreichte), die sich in *R* ausbreitende Luftwelle aber nicht durch Reflexion an einer Wand verstärkt werden konnte, da sie ebenfalls durch die zweite Öffnung mit dem umgebenden freien Luftraum in Verbindung stand. Bei der Röhre 1 mündeten sämtliche Öffnungen ins Freie; je höher die Röhrenzahl stieg, destomehr Bohrungen waren zwischen *B* und *R* geöffnet, bis schließlich bei Röhre 20 die Verbindung zwischen *B* und *R* durch sämtliche Bohrungen her-

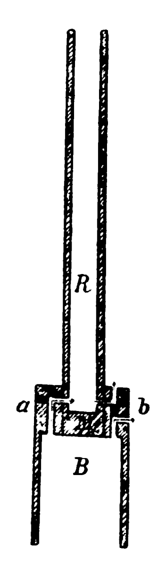


Fig. 2.

[1]) Auch die Variation der Intensität mit Hilfe eines Ventils ergab nur eine sehr komplizierte Funktion zwischen Ventilstellung und Intensität, weil bereits eine sehr kleine Öffnung des Ventils eine relativ große Zunahme der Tonintensität zur Folge hatte, und hier überdies die sukzessive hinzukommenden Teile der Öffnung nicht symmetrisch zur Leitung lagen.

gestellt war. Daß sich nun mit diesen Röhren tatsächlich eine genaue und leicht meßbare Abstufung der Tonintensität erzielen ließ, ergibt sich aus den folgenden Versuchen, bei denen eine rein empirische Eichung der Röhren vorgenommen wurde. Zu diesem Zwecke wurden von dem Resonanzkasten einer elektromagnetischen Stimmgabel (G Figur 3), die sich in einem Nebenzimmer des Beobachtungszimmers befand und von diesem somit durch eine Wand getrennt war, zwei Leitungen abgenommen und mittels Röhren durch die Wand geführt; in jede dieser Leitungen war im Beobachtungszimmer ein Ventil V eingeschaltet. Diese Leitungen waren mit Einrichtungen zum Einsetzen der Röhren R versehen und mündeten jede mit einem besonderen Schlitz in dem Kasten K, der an seiner Vorderseite zwei verschiebbare, mit je einem Schlitz versehene Schlitten S_1 S_2 trug, von denen jeder sukzessive vor den entsprechenden Schlitz im Kasten K geschoben werden konnte, so daß die durch beide Leitungen dringenden Töne bequem miteinander verglichen werden konnten. Um die dabei angewendete Vergleichungsmethode leichter darstellen zu können, bediene ich mich einer graphischen Symbolisierung (Fig. 4). In der Ebene xy sind als Abszissen die Ordnungszahlen der einzelnen Röhren, als Ordinaten die durch dieselben fortgeleiteten Tonintensitäten aufgetragen zu denken. Zwischen Röhrenzahl und Intensität wird sich nun eine Beziehung ausfindig machen lassen, die wir vorderhand als $y = f(x)$ bezeichnen und durch die Kurve AB darstellen wollen. Wenn ich nunmehr die Intensität des Tones auch in anderer Weise, etwa durch ein Ventil, abschwächen kann, so muß ich diese Schwächung der Tonintensität in der dritten Dimension des Raumes auftragen. Es ist dann diese Schwächung bei einer bestimmten Ventilstellung für alle Röhren proportional zu denken.

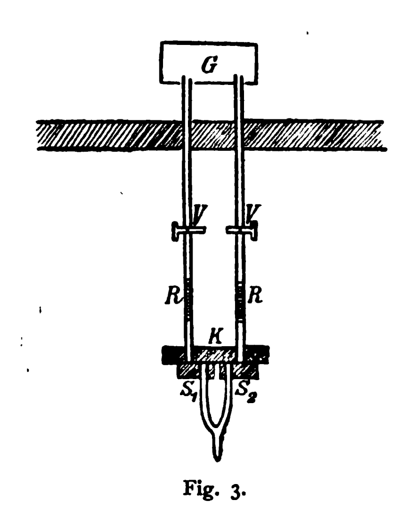


Fig. 3.

Man braucht also nur von P, einem Punkt außerhalb der Ebene

xy nach allen Punkten von AB Strahlen zu ziehen, die in ihrer Gesamtheit eine gekrümmte Fläche darstellen. Jeder zur Ebene xy parallele Durchschnitt durch diese Fläche wird dann eine der Kurve AB ähnliche Kurve bilden, welche die Intensitätsverhältnisse aller Röhren für eine bestimmte Ventilstellung darstellt. Der Einfachheit halber ist auf der Figur ein solcher Durchschnitt gewählt, bei dem die Intensität des Tones durch Zudrehen des Ventils gerade auf die Hälfte der Intensität gebracht ist, die er besäße, wenn das Ventil vollkommen geöffnet wäre. Es wird daher der Punkt A mit der Abszisse x_1 in der xy Ebene die gleiche Ordinate y besitzen können, wie der Punkt C' mit der Abszisse x'_4 in der $x'y'$ Ebene. Auf die Verhältnisse des Versuches selbst übertragen, bedeutet dies somit, daß dem Ton, der durch die

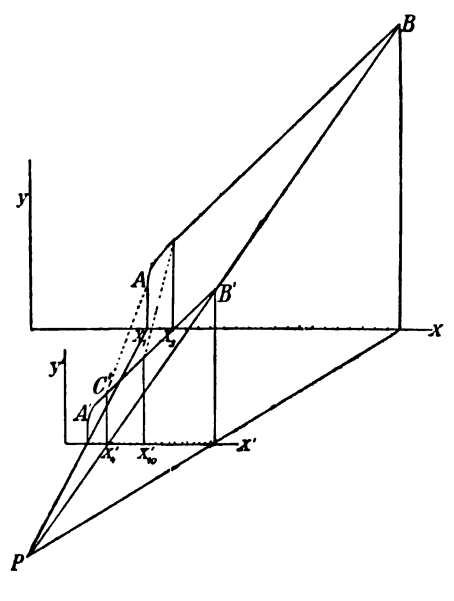


Fig. 4.

Leitung I bei vollständig geöffnetem Ventil drang, wenn die Röhre *1* eingesetzt war, der durch die Leitung II dringende Ton, welcher die Röhre *4* passierte, durch Zudrehen des Ventils gleichgemacht worden war.

Wurde nun, ohne die Stellung des Ventils zu verändern, in der Leitung I eine andere Röhre eingesetzt und die Röhre gesucht, welche in die Leitung II eingefügt werden mußte, um beide Töne als gleich erscheinen zu lassen, so läßt sich dies wieder graphisch symbolisieren dadurch, daß man in der Kurve AB einen Punkt mit einer anderen Abszisse (etwa x_3) fixiert und nunmehr in $A'B'$ die Abszisse (im gegebenen Fall x'_{10}) desjenigen Punktes bestimmt, der die gleiche Ordinate besitzt. Auf diese Weise erhält man die Gleichungen:

$$y_1 = f(x_1) = y'_1 = f(x'_4)$$
$$y_2 = f(x_3) = y'_2 = f(x'_{10}).$$

Ein System von Gleichungen, das ich aus Beobachtungen ableitete, die nach ganz unwissentlicher Methode angestellt waren, erwies sich in erster Annäherung erfüllt durch $f(x) = x + C$, wobei C im allgemeinen $= 4$, für Röhre *1* und *2* etwas kleiner war. Die Konstante blieb sich unter gleichen Leitungsverhältnissen für die Töne von 256—512 Schwingungen und bei allen verwendeten Intensitäten der Gabel gleich. Die Präzision der Vergleichung war eine derartige, daß Röhre *9* und *10*, also die Intensitäten 13 und 14 noch ohne weiteres bei unwissentlichem Verfahren richtig unterschieden werden konnten.

Damit ist nach der Methode der Minimaländerungen für konstante Töne eine viel feinere Unterschiedsschwelle festgestellt, als man bisher, vor allem auf Grund von Untersuchungen mit Fallgeräuschen angenommen hatte.

Prinzipien der Zeitvariation.

Wenn ferner auch in den Arbeiten über die Zeitschwellen der Tonempfindung bereits verschiedene Methoden zur Herstellung kürzester Darbietungszeiten angegeben waren[1]), so entsprach doch keine derselben den Anforderungen, welche die vorliegende Untersuchung an die leichte Meßbarkeit der Dauer eines zugeleiteten Tones innerhalb ziemlich weiter Grenzen und an das geräuschlose Funktionieren des Apparates stellte. Es kamen im vorhinein nur diejenigen Methoden in Betracht, bei denen die Schwingungen einer Stimmgabel während einer abstufbaren Zeit auf das Ohr einwirkten. Da ergab sich denn bei der Exnerschen Vorrichtung[2]), bei welcher die Abklemmung eines Zuleitungsschlauches eine bestimmte Zeit hindurch aufgehoben wurde, daß sich bei rascher Öffnung des Schlauches überaus störende Nebengeräusche ergaben, während bei langsamer Öffnung zwar die Geräusche verschwanden, die Zeitbestimmung dafür aber um so ungenauer wurde. Die von Schulze[3]) angegebene An-

---

[1]) Vgl. Schäfer, Nagels Handbuch der Physiol. III, 500 ff.

[2]) a. a. O. S. 232.

[3]) Philos. Studien XIV, S. 487.

ordnung, bei welcher ein durchschwingendes Pendel bei seinem Durchgang durch die Ruhelage eine Hahnvorrichtung faßte und durch deren Drehung den Ton für eine bestimmte Zeit durchließ, zeigte vor allem den Nachteil sämtlicher Hahnvorrichtungen, daß nämlich das allmähliche Öffnen des Hahns nur ein allmähliches Ansteigen des Tones auf seine volle Intensität gestattet, und daß sich ferner die Hahndrehung in der angegebenen Weise nur unter den größten Kautelen tatsächlich geräuschlos durchführen läßt. Ein anderes einfaches Prinzip, einen Ton für kurze Zeit darzubieten, wie es bereits von Mach[1]) angegeben worden ist, besteht darin, die Leitung zu unterbrechen und an der Unterbrechungsstelle eine verschiebbare Lamelle einzufügen, so daß der Ton die Leitung nur passieren kann, wenn die Lamelle die Unterbrechungsstelle freigibt. Mach selbst bewirkte die Verschiebung durch Rotation einer Kreisscheibe mit radialem Ausschnitt. Urbantschitsch endlich verwendete eine in eine Spitze ausgezogene und an einem Pendel befestigte Glasröhre, die an einer ebensolchen, aber fest aufgestellten vorbeischwang. (Pflügers Archiv XXIV, S. 574—595.)

Im Anschluß an das bekannte Prinzip des Tachistokops, in welchem ein Spalt von beliebiger Ausdehnung für eine bestimmte Zeit ein Expositionsobjekt freigibt, wurde nun im Leipziger psychologischen Institut zunächst ein Apparat konstruiert, in welchem ein mit einem spaltförmigen Schlitz versehener Schlitten zwischen zwei einander gegenüberstehenden spaltförmig verengten Röhrenenden geräuschlos durchgezogen wurde. Zur leichteren Abstufung der Expositionszeit sowie zur Herstellung einer konstanten Situation in der Leitung während der Exposition, wurde die Öffnung und Schließung je einem von zwei in die nämliche Leitung nahe beieinander eingefügten Schlitten übertragen, die bei sukzessiver Öffnung zweier Kontakte nacheinander von den sie zunächst festhaltenden Magneten losschnellten. Eine derartige Anordnung findet gegenwärtig im Leipziger psychologischen Laboratorium bei Untersuchungen über die Zeitschwellen der Tonwahrnehmung Verwendung. Statt eine einfache Wiederholung dieses Apparates zu benutzen, wurde nun dieses Prinzip weiter vereinfacht, indem auch noch die Apparate für

[1]) Lotos 23, S. 146 nach Nagel, Handb. d. Phys. III.

Öffnung und Schließung von der Spaltvorrichtung abgetrennt wurden, an deren Stelle ein Hahn eingesetzt wurde. Bei den mit der Hahnvorrichtung angestellten Versuchen zeigte sich aber, daß ein vollständig geräuschloses Funktionieren des Apparates nicht zu erreichen war. Ich entschloß mich daher, den Vorteil der Hahnvorrichtung, den Ton schon durch einen ganz schmalen Spalt in ungeschwächter Intensität fortzuleiten, fürs erste aufzugeben und die Versuche zunächst mit tatsächlich vollständig geräuschlos funktionierenden Lamellenvorrichtungen zu beginnen, die aus den von Mach und Urbantschitsch getroffenen Anordnungen kombiniert waren. Um nämlich eine Ausbreitung des Tones vom Ende der zur Stimmgabel führenden Zuleitungsröhre in die Umgebung zu verhindern, wurde diese und daher auch die ihr gegenüberliegende, zur Aufnahme des Tones dienende Röhre in eine Spitze mit möglichst feiner Öffnung ausgezogen, wodurch die Intensität des Tones natürlich sehr herabgesetzt war. Trotzdem gelang es bei der einen Spitzenleitung nicht, die Ausbreitung des Tones bei geschlossener Leitung völlig hintanzuhalten, so daß der durch die Leitung gehende Ton sich immer erst auf einen konstanten, wenn auch überaus schwachen Ton aufsetzte. Daß aber dieser überaus leise Ton auf die Resultate keinen merklichen Einfluß ausgeübt haben kann, glaube ich daraus schließen zu dürfen, daß die mit den Lamellenvorrichtungen angestellten Versuche dasselbe Bild liefern wie jene, bei welchen die Hahnvorrichtung angewendet wurde.

Die beiden Gruppen der von mir angestellten Versuche stehen somit unter verschiedenen Bedingungen. Die Versuche mit Spitzenleitung einerseits hatten den Vorteil einer völlig geräuschlosen Darbietung des Tones, dagegen den Nachteil, daß sich der erste Prüfungston immer erst auf einen konstant hörbaren, wenn auch sehr leisen Ton aufsetzte. Außerdem konnten nur schwache Intensitäten untersucht werden. Die Versuche mit der Hahnvorrichtung hatten andererseits den Vorteil einer völlig schalldichten Leitung; doch ließ sich ein leises Geräusch beim Öffnen und Schließen der Leitung nicht vermeiden. Die verwendete Intensität war dagegen eine viel stärkere als bei der anderen Versuchsgruppe.

II. Versuche mit geringer Intensität.
(Spitzenleitung.)

Die Fig. 5 gibt eine schematische Darstellung der hier verwendeten Versuchsanordnung. Die in einem Resonanzkasten befindliche und in einen anderen schalldichten Kasten eingebaute elektromagnetisch betriebene Stimmgabel war in einem neben dem Beobachtungs-

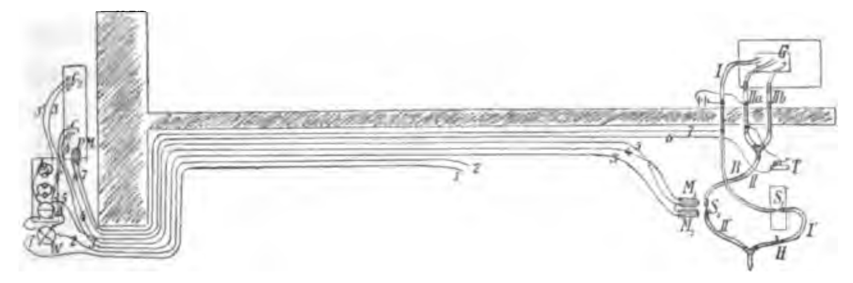


Fig. 5.

zimmer gelegenen Raume aufgestellt, damit ihr Ton nicht direkt im Beobachtungszimmer gehört werde. Aus dem Resonanzkasten der Gabel, der auf der Skizze mit *G* angedeutet ist, führen drei Leitungen durch die Wand in das Beobachtungszimmer[1]). Die Leitung *I* mündete direkt in die an dem Lamellenpendel (Fig. 6) angebrachte Spitzenleitung S_1. Die Leitungen *IIa* und *IIb* vereinigten sich im Beobachtungszimmer selbst zur Leitung *II*, und diese führte zur Spitzenleitung S_2 des Lamellenhebels (Fig. 7). Diese Anordnung mußte getroffen werden, um die Intensität des Tones, der durch die Spitzenleitung S_2 überaus geschwächt wurde, zu verstärken, da der Ton in der Spitzenleitung S_1 weniger an Intensität verlor. Die aus den Spitzenleitungen S_1 und S_2 kommenden Leitungen I^1 und II^1 wurden schließlich wieder durch ein Gabelrohr vereinigt, und diese gemeinsame Leitung durch eine Hörspitze direkt in den äußeren Gehörgang des Beobachters eingeführt.

Das Lamellenpendel (dazu Fig. 6) bestand im wesentlichen aus einer massiven, ankerförmig gebogenen Pendelstange, deren beide unteren Arme einen Teil eines Kreisringes *K* bildeten, dessen Mittel-

[1]) Im schraffierten Teil der Leitung waren metallische Röhrenstücke eingesetzt, während die übrige Leitung durch Kautschukschläuche gebildet wurde.

punkt im Drehpunkt D' der Pendelstange lag, so daß jener Kreisring einen konstanten kleinsten Abstand von der Bodenfläche behielt. Der Kreisring trug an seinem unteren Rande eine Nut, in welcher zwei dünne Stahllamellen L_1 und L_2 von ebenfalls ringförmigem Zuschnitt verschiebbar waren und durch Schrauben fixiert werden konnten. Die Spitzenleitung S war so angebracht, daß die Achse der beiden Röhren durch die Mittellinie des Pendels ging und senkrecht auf der Schwingungsebene des Pendels stand. Die Höhe der Spitzen war so reguliert, daß die Lamelle die Leitung völlig abschloß, wenn sie sich zwischen den Spitzen befand. Die hintere Röhre trat durch den vertikalen Teil des Pendelstativs ein, und beide Röhren konnten einander bis auf die Dicke der Lamelle genähert werden.

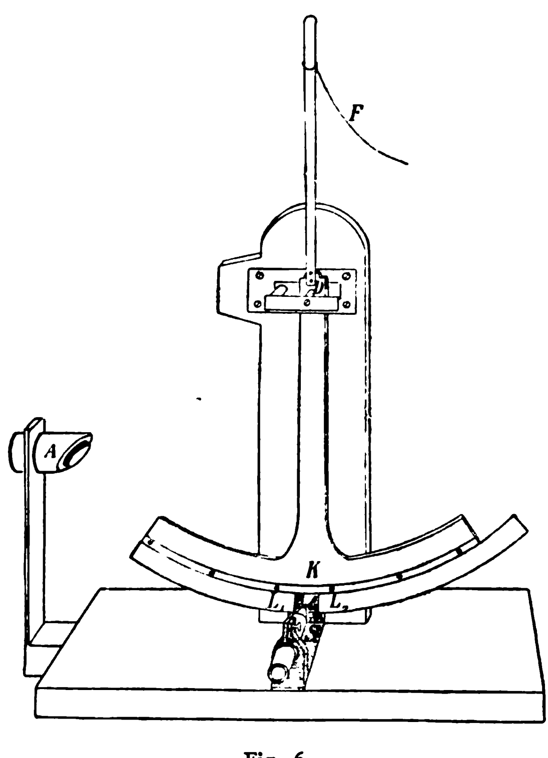


Fig. 6.

Der Versuch erfolgte in der Weise, daß das Pendel zunächst bis an den Anschlag A emporgehoben wurde. Dann war die Leitung durch die Lamelle L_2 unterbrochen. Sobald das Pendel losgelassen wurde, schwang es völlig geräuschlos zwischen den beiden Spitzen durch und gab die Leitung für eine Zeit frei, welche dem Abstand der beiden Lamellen voneinander entsprach. Sobald die Lamelle L_1 zwischen die Spitzen trat, war die Leitung natürlich wieder unterbrochen. An der Pendelstange war ferner ein Faden F

befestigt, der zu einem mit einer Hahnvorrichtung (*H* in Fig. 5) in Verbindung stehenden Hebel führte. Sobald das Pendel durch seine Ruhelage geschwungen war, spannte sich der Faden und zog den Hebel in die Höhe, der nun mittels des Hahnes die ganze Leitung I' abschloß, so daß beim Zurückschwingen des Pendels der Ton nicht mehr hörbar war. Außerdem war an der Pendelstange ein Laufgewicht befestigt, durch welches die Schwingungsdauer des Pendels reguliert werden konnte. Anfänglich sollte das Pendel an jenem Anschlag *A* elektromagnetisch festgehalten werden, da aber der Magnet beim Loslassen des Pendels heftig in die Höhe schnellte und somit einen Eigenton erzeugte, mußte das Pendel durch einen an der linken Seitenfläche des Stativs angebrachten Hebel gegen den Anschlag gedrückt werden. Dieser Hebel war um eine auf jener Fläche senkrechte Achse drehbar und ließ das Pendel ohne Geräusch los, sobald er nach oben gedreht wurde. Die bei dieser Konstruktion angegebene Spitzenleitung war in Wirklichkeit nicht in vollständiger Präzision erreichbar, da die beiden Röhren nicht in eine Spitze, sondern in einen schmalen vertikalen Schlitz endigten. Diese Anordnung schwächte zwar die Intensität des Prüfungstones weniger ab, erwies sich aber deshalb als unzweckmäßig, weil die Lamelle L_2 die Leitung *I* nicht vollkommen schalldicht verschloß, sondern sobald der Hahn geöffnet worden war, wie dies zu Beginn eines jeden Versuches geschehen mußte, einen konstanten Ton durchklingen ließ. Diesen konnte ich nur dadurch auf ein Minimum reduzieren, daß ich die Schlitze bis auf eine möglichst punktuelle Öffnung mit Wachs verklebte. Ich glaube aber, daß derselbe völlig verschwunden wäre, wenn auch an dem Pendel eine so feine Spitzenleitung wie an dem Lamellenapparat angebracht gewesen wäre. Bei diesem nämlich war die Spitzenöffnung tatsächlich punktuell und der Lamellenverschluß daher vollkommen schalldicht. Sobald übrigens der Hahn geschlossen war, war auch die durch das Schallpendel gehende Leitung vollkommen schalldicht abgesperrt, so daß jener Ton nur als konstante Unterlage für den durch Leitung *I* gehenden Ton in Betracht kam, da derselbe dem Beobachter immer als erster Ton zugeführt wurde.

Der Lamellenhebel (Fig. 7) bestand im wesentlichen aus zwei an ihrem unteren Ende mit quadratischen Stahllamellen *L* versehenen Stricknadeln *N*, welche in einen Rahmen *R* derartig eingespannt

waren, daß sie sich am oberen Ende desselben um eine zur Figur senkrechten Achse drehen konnten, während der Spielraum dieser Bewegung durch zwei am unteren Rand des Rahmens befestigte Anschläge A_1 und A_2 geregelt werden konnte. Der Nadel gegenüber befand sich ein Elektromagnet M. War der Magnet in

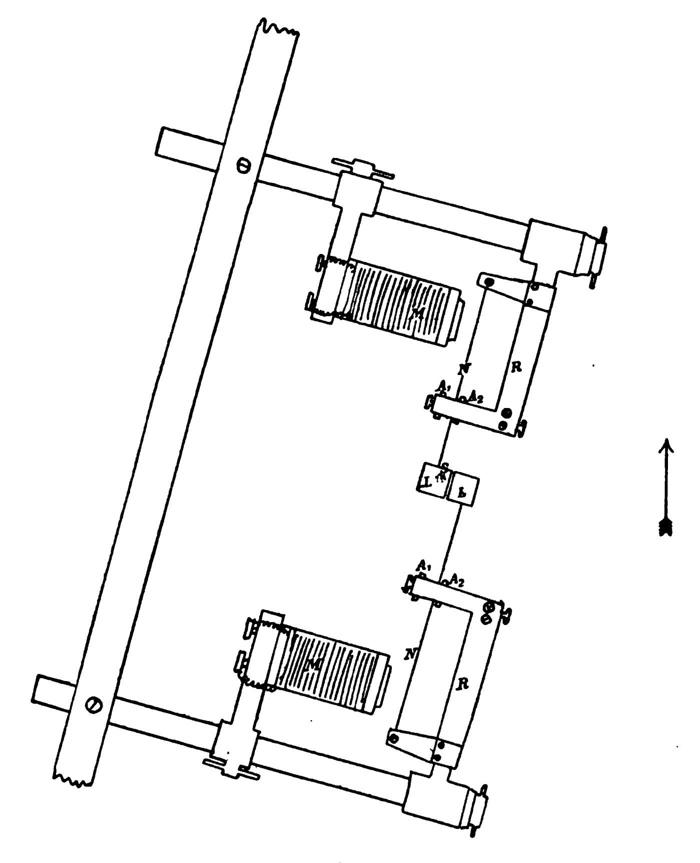


Fig. 7.

Ruhe, so legten sich beide Nadeln vermöge ihres eigenen Gewichtes auf den Anschlag A_2, und zwar so, daß die beiden Lamellen unmittelbar aneinander anschlossen. Sobald aber der Magnet anzog, hob er die ihm gegenüberliegende Nadel bis zum Anschlag A_1 empor. Natürlich mußte bei der Einstellung die größte Sorgfalt darauf gelegt werden, daß sich beide Lamellen genau in derselben Ebene

bewegten. Die Spitzen der Röhren nun, die ebenfalls in einem Rahmen fixiert waren, standen einander an der mit S bezeichneten Stelle senkrecht auf die Ebene, in welcher sich die Lamellen bewegten, genau gegenüber, auch hier wieder nur durch die Dicke der Lamellen voneinander getrennt. Der Versuch gestaltete sich daher in folgender Weise: Sobald der obere Magnet anzog, drehte sich die obere Nadel bis zum Anschlag A_1 und hob somit die Lamelle L von der mit S bezeichneten Stelle fort. Damit war die Leitung freigegeben. Sobald aber der zweite Magnet anzog, drehte sich die untere Nadel bis an den Anschlag A_1, so daß die Leitung wieder abgesperrt war.

Die Zeit zwischen dem Anziehen des ersten und des zweiten Magneten wurde durch ein außerhalb des Beobachtungszimmers befindliches Kontaktpendel in folgender Weise reguliert. Eine Pohlsche Wippe W (Fig. 5) war durch die Drähte *1* und *2* mit dem Hochstrom des städtischen Netzes verbunden. Von der Wippe führten zwei Drähte zu einem Ausschalter A. Befand sich derselbe in der auf der Figur angedeuteten Lage, so war natürlich Kurzschluß hergestellt. Wurde der Ausschalter aber um einen rechten Winkel gedreht, dann mußte sich der Hochstrom in dem dargestellten Drahtnetz verzweigen. Von dem Ausschalter A ging direkt der für die beiden Magneten M_1 und M_2 gemeinsame Draht *5* ab. Von M_1 führte nun der Draht *4* zum Kontakt C_1, von M_2 der Draht *3* zum Kontakt C_2. Vom Kontakt C_1 führte der Draht *4'*, von C_2 der Draht *3'* zur Wippe zurück, aber nicht ohne vorher je zwei als Widerstand eingeschaltete Glühlampen L_1 und L_2 zu passieren. Auf der Figur sind die Kontakte C_1 und C_2 geöffnet. Ihre Schließung wurde durch das Herabfallen des Kontaktpendels bewerkstelligt, und zwar wurde demnach durch die zuerst erfolgende Schließung des Kontaktes C_1 zuerst der Elektromagnet M_1, sodann durch die Schließung des Kontaktes C_2 der Elektromagnet M_2 magnetisch. Um ein genaues Funktionieren des Apparates zu ermöglichen, mußte der Strom nach jedem Versuch mittels der Wippe W gewendet werden, auch wurde der Strom, sobald es nach erfolgter Schließung möglich war, wieder geöffnet. Doch durfte die Öffnung nicht zu früh erfolgen, da durch das Zurückfallen der Nadeln ein Ton entstand.

Da das Pendel aber beim Schließen der Kontakte ein ziemliches

Geräusch hervorbrachte, mußte es in einem dritten Raum, sowohl von der Schallquelle, als auch vom Beobachter entfernt aufgestellt und mit möglichst schalldämpfenden schweren Tüchern umhängt werden. Da auch vor der Türe, welche das Beobachtungszimmer von dem Raume trennte, in welchem sich das Pendel befand, eine schwere Portiere angebracht war, so war im Beobachtungszimmer vom Geräusch des herabfallenden Pendels tatsächlich nichts mehr zu hören. Um aber dem im Beobachtungszimmer befindlichen Experimentator ein rechtzeitiges Fallenlassen des Pendels zu ermöglichen, war folgende Anordnung getroffen. Von einem der die Stimmgabel versorgenden Akkumulatoren (je nach ihrer Spannung wurden ein bis drei verwendet) gingen zwei Drähte aus, die mit den die Wand durchbohrenden metallischen Röhren der Leitung *I* und *IIa* leitend verbunden waren. Von der Röhre *IIa* ging eine Leitung zum Taster *T*, von der Röhre *I* eine solche durch den Draht *7* an den zum Festhalten des Pendels bestimmten Magneten *P.M.* Von diesem ging die Leitung durch Draht *6* wieder zum Taster *T* zurück. Wurde nun der Taster *T* niedergedrückt, so war die Leitung unterbrochen, der Magnet *P. M* ließ das Pendel fallen, und dieses schloß bei seiner Schwingung nacheinander die Kontakte C_1 und C_2.

Wie bereits aus der Beschreibung der Apparate klar geworden sein dürfte, diente bei den Versuchen das Lamellenpendel zur Variation der Darbietungszeiten, der Lamellenhebel zur Variation der Intensitäten.

Die Variation der Darbietungszeiten erfolgte in der Weise, daß die Lamelle L_2 des Lamellenpendels immer weiter hinausgeschoben wurde. Zu Beginn der Versuche war eine Eichung des Pendels in der Weise vorgenommen worden, daß eine Gabel von 476 Schwingungen ihre Schwingungen auf die berußten und unmittelbar aneinander geschobenen Lamellen schrieb. Die Lamellen wurden sodann fixiert, und wenn ich nun auf der Lamelle L_2 eine bestimmte Anzahl von Schwingungen in den Zirkel nahm und die Lamelle L_2 um eben diese Distanz von der Lamelle L_1 entfernte, hatte ich die Gewißheit, daß die Zeit, während welcher die Leitung für den Ton freigegeben war, der Zahl der in den Zirkel genommenen Schwingungen entsprach. Auf diesem Wege konnte ich bis zu einer Zeit von 0,68 Sekunden gelangen. Um längere Zeiten zu

erreichen entfernte ich die Lamelle L_1 überhaupt, so daß die Leitung während des Hin- und Zurückschwingens des Pendels geöffnet war[1]). Durch Verschieben der Lamelle L_1 konnte ich auch diese Zeiten noch variiren. Die längste mir zur Verfügung stehende Zeit erhielt ich endlich durch Aufsetzen eines schwereren Laufgewichtes auf die Pendelstange. Alle diese zuletzt erwähnten Zeiten eichte ich mit Hilfe des aus dem Leipziger Institut hervorgegangenen Kehltonschreibers[2]) in der Weise, daß ich zunächst die Borste desselben durch genaue Einstellung zur Resonanz auf die Schwingungen einer Gabel von 110 Schwingungen brachte, und die Schwingung der Borste auf ein Kymographion aufzeichnete; sodann verband ich den Luftraum des Kehltonschreibers durch einen mit einer seitlichen Öffnung versehenen Schlauch mit der einen Röhre der Spitzenleitung, während ich in einen Schlauch, der mit der anderen Röhre verbunden war, hineinbließ. Auf diese Weise wurde während der Öffnung der Leitung die Membran des Kehltonschreibers und somit die ihr aufliegenden Borste gehoben, und die Zahl dieser sich von den übrigen deutlich absetzenden Schwingungen gab mir die Zeit der Öffnung an. In derselben Weise wurde die konstante Öffnungszeit des Lamellenhebels gemessen. Diese Eichungen ergaben durchaus konstante Resultate.

Die Variation der Intensitäten erfolgte durch Einsetzen der verschiedenen Intensitätsröhren (s. S. 262 f.) in die Leitung *II* an der mit *R* bezeichneten Stelle.

Um auch am Lamellenpendel Versuche mit zwei konstanten Intensitäten ausführen zu können, setzte ich bei einer Versuchsgruppe in die Leitung I^1 zwischen S_1 und *H* ebenfalls eine Intensitätsröhre als Dämpfung ein, die natürlich während der ganzen Gruppe durch keine andere ersetzt wurde.

Mit dieser Anordnung habe ich nun drei Versuchsgruppen ausgeführt. Bei Gruppe 1 und 2 wurde als Schallquelle eine Gabel von 512, bei Gruppe 3 eine von 128 Schwingungen verwendet. Bei

[1]) In diesen Fällen konnte der in die Leitung *I* eingeschaltete Hahn natürlich nicht mehr selbsttätig durch den an der Pendelstange angebrachten Faden zugezogen werden, sondern der Experimentator mußte nunmehr den Hahn schließen, sobald er sah, daß die Lamelle L_2 die Leitung wieder geschlossen hatte.

[2]) Psychol. Stud. I, 1.

Gruppe 2 war in die Leitung I^1 die Intensitätsröhre 16 als Dämpfung eingesetzt. Die Zeitlage war bei allen diesen Versuchen derart, daß zuerst der Vergleichsreiz mit variabler Zeit dargeboten wurde. Das Urteil bezog sich auf den zweiten Reiz, indem der Beobachter angeben mußte, ob ihm derselbe lauter, leiser oder dem ersten gleich erscheine.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß zunächst am Lamellenpendel eine bestimmte Zeit eingestellt und nunmehr nach der Methode der Minimaländerung die Röhre gesucht wurde, welche in die Leitung *II* eingesetzt werden mußte, um beide Reize als gleich erscheinen zu lassen[1]).

Auf ein geflüstertes »jetzt« des Beobachters gab der Experimentator die beiden Reize in der Reihenfolge, daß er zuerst den Hebel des Lamellenpendels und dann, sobald der Hahn der Leitung *I* geschlossen war, den Taster geräuschlos niederdrückte[2]).

Hierauf wurde das Urteil des Beobachters notiert. Sobald der das Kontaktpendel bedienende Gehilfe durch ein Zeichen andeutete, daß er mit der Aufstellung des Pendels und der Kontakte fertig sei, mußte der Experimentator nur mehr das Schallpendel an den Anschlag heben, den Hahn der Leitung *I* öffnen und eine neue Intensitätsröhre einsetzen, um einen neuen Versuch beginnen zu können.

Die bei diesen Versuchen verwendeten Zeiten waren zunächst Vielfache von $19 \cdot \frac{1}{476} = 0{,}04$ Sekunden bis 0,68 Sekunden, sodann die Zeiten 1.68, 2.13, 2.65, 3.03 und 3.91 Sekunden.

---

[1]) Diese Methode ergab durchaus konstante Resultate. Wenn hier und da ein Wert aus der Reihe herausfiel, so dürfte dies aus einem gelegentlichen Zeitfehler am Lamellenhebel zu erklären sein, wie sich denn auch bei der Eichung desselben von 15 Resultaten 2 fanden, von denen eines eine längere, das andere eine kürzere Zeit als alle anderen untereinander übereinstimmenden Resultate ergab.

[2]) Doch durfte die Zwischenzeit zwischen den beiden Reizen nicht zu kurz gewählt werden, da sonst Summationserscheinungen auftraten, welche sich darin äußerten, daß eine Tendenz bestand, den zweiten Reiz als lauter zu bezeichnen, da er sich auf den ersten noch nicht völlig abgeklungenen aufsetzte. Wurde die Zwischenzeit jedoch zu lang gewählt, so wurde die Vergleichung dadurch sehr erschwert. Der Vorteil, die Zwischenzeit durch elektromagnetisches Loslassen des Pendels konstant zu halten, mußte des auf Seite 269 erwähnten Übelstandes halber aufgegeben werden.

Die konstante Öffnungszeit des Lamellenapparates betrug 0,36 Sekunden.

Die Stimmgabel blieb im allgemeinen während einer Versuchsreihe in ihrer Intensität durchaus konstant. Sobald aber eine Schwankung der Intensität auftrat, welche sich in den Resultaten ausdrückte, gaben alle Beobachter sofort an, daß sich ihnen die Intensität des Tones geändert zu haben scheine. In diesem Fall waren von da ab die Resultate einer solchen Versuchsreihe mit den früheren nicht mehr ohne weiteres zu vergleichen. Da aber, wie leicht begreiflich, für die einzelnen meist um einen Tag auseinander liegenden Versuchsreihen der Ton sich erst recht nicht immer auf die gleiche physikalische Intensität bringen ließ, ist es natürlich nicht zu erwarten, daß die in verschiedenen Versuchsreihen für eine bestimmte Zeit gefundenen Intensitäten vollständig miteinander übereinstimmen. Übereinstimmend ist nur der Verlauf der in den einzelnen Versuchreihen gefundenen Teile der Kurve, so daß sich eine stetige Kurve ergeben müßte, wenn man die einzelnen Versuchsergebnisse aufeinander beziehen wollte. Ich will im folgenden aber nur die tatsächlich gewonnenen Werte darstellen, aus denen ein derartiger stetiger Anstieg der Kurve bei konstanten Intensitätsverhältnissen des Prüfungstones deshalb leicht ersichtlich ist, weil zu Beginn einer jeden Versuchsreihe ein aus der vorhergehenden Reihe stammender Versuch wiederholt wurde, so daß man die für den gegebenen Punkt gefundene Differenz der Intensitäten bloß auf alle Punkte derselben Versuchsreihe zu übertragen hätte.

Bezüglich des psychologischen Aktes der Vergleichung der beiden Intensitäten ließe sich nun allerdings einwenden, daß, da doch zwei eine gewisse Zeit lang dauernde Reize miteinander verglichen werden müssen, und die Empfindungsintensität des Reizes mit der Dauer seiner Einwirkung steige, die ganze Vergleichung notwendigerweise unsicher sei, weil sie davon abhänge, in welchem Punkte ihres Anstieges man die beiden Reize gerade mit der Aufmerksamkeit fixiere. Für kurz dauernde Reize dürfte nun dieser Einwand kaum zutreffen, da ein Schwanken der Aufmerksamkeit während der Dauer ihrer Einstellung kaum stattfinden kann, und sich die Aufmerksamkeit unwillkürlich auf das Ende der Darbietungszeit richtet. Bei länger dauernden Reizen kann aber ein derartiges Schwanken der Aufmerk-

samkeit bereits vorkommen, wie mir denn auch ein Beobachter die Reize, deren Zeitdauer über 2 Sekunden betrug, als »direkt langweilig« bezeichnete. Derselbe Beobachter gab mir auch an, daß er, wenn der länger dauernde Reiz an zweiter Stelle käme, wie dies bei einer Gruppe von Versuchen der Fall war, zuweilen denselben Reiz als leiser denn der vorhergegangene angeben könne, wenn er seine Aufmerksamkeit auf den Beginn, aber als lauter, wenn er sie auf das Ende der Darbietungszeit konzentriere, und daß er, wenn er seine Aufmerksamkeit während der ganzen Dauer des Reizes angespannt halte, an das merkliche Ansteigen der Reizintensität das Bild einer aufsteigenden Linie assoziiere. Kam der länger dauernde Reiz dagegen an erster Stelle, so war diese Erscheinung des Anstieges nicht so deutlich, sondern die Aufmerksamkeit stellte sich auch hier unwillkürlich auf das Ende der Darbietung ein. Trotzdem habe ich es für nötig befunden, meine Versuchspersonen ausdrücklich anzuweisen, nur die am Ende der Darbietungszeit erreichten Intensitäten miteinander zu vergleichen.

Ich gebe im folgenden eine Übersicht der in den einzelnen Versuchsgruppen erlangten Resultate. Bei der graphischen Darstellung sind die vorher erwähnten wechselnden Intensitätsverhältnisse in Betracht zu ziehen. Wenn ein aus einer früheren Versuchsreihe stammender Versuch nicht dasselbe Resultat gab wie zuvor, kommt dies

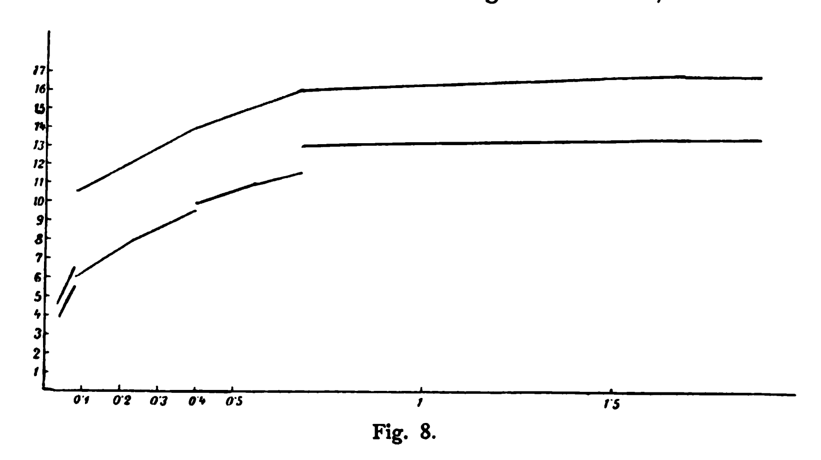


Fig. 8.

in der Kurve darin zum Ausdruck, daß sie nicht stetig verläuft, sondern einem Zeitwert zwei verschiedene Intensitätswerte zugeordnet

sind. Auch in den Tabellen sind die Versuchsreihen, bei denen der die Vermittelung bildende Wiederholungsversuch nicht beide Male denselben Wert ergab, getrennt dargestellt. Die linke Vertikalkolonne gibt stets die einzelnen Versuchsreihen, die oberste Horizontalkolonne die Zeiten in Sekunden an.

Gruppe I.

Tabelle 1[a] (dazu Fig. 8). Beobachter W.

Zeiten in Sekunden.

Versuchs-reihen	0.04	0.08	0.12	0.16	0.24	0.4	0.56	0.68	1.68	2.12	beliebig lang
I	4.5[1])	6.5									
II	3.75	5.5									
III		6			8	9.5					
IV						10	11	11.5	13.5		
V								13	17	13.5	13.5
VI		10.5				14		16			

In der Rubrik III sind zwei Versuchsreihen zusammengezogen, von denen die erste die Zeiten 0.08 und 0.24, die zweite die Zeiten 0.24 und 0.4 umfaßt.

Tabelle 1[b] (Fig. 9). Beobachter B.

Zeiten in Sekunden.

Versuchs-reihen	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.44	0.56	0.68	1.68	2.12	2.65	3.03	3.91	bel. lang
I	3.5	5	5.75	6.5	7	7.5	7.75	8.5	9.5	10	10.25						
II									9	9.5	9.75						
III										12	13	14	14	14	14	14	14
IV	6		7.25		8.25		9	9.5	10.25	10.75	11						

In der Rubrik I sind vier Versuchsreihen zusammengezogen, von denen die erste von 0.04 bis 0.16, die zweite von 0.16 bis 0.32, die dritte von 0.12 bis 0.44 und die vierte von 0.44 bis 0.68 reicht.

[1]) Im folgenden bedeutet eine Bezeichnung wie 3.75, daß die Röhre 4 eben noch zu laut, eine solche wie 10.25, daß die Röhre 10 eben noch zu leise war, und eine solche wie 4.5 daß die Röhre 5 um ebensoviel lauter, wie die Röhre 4 leiser erschien.

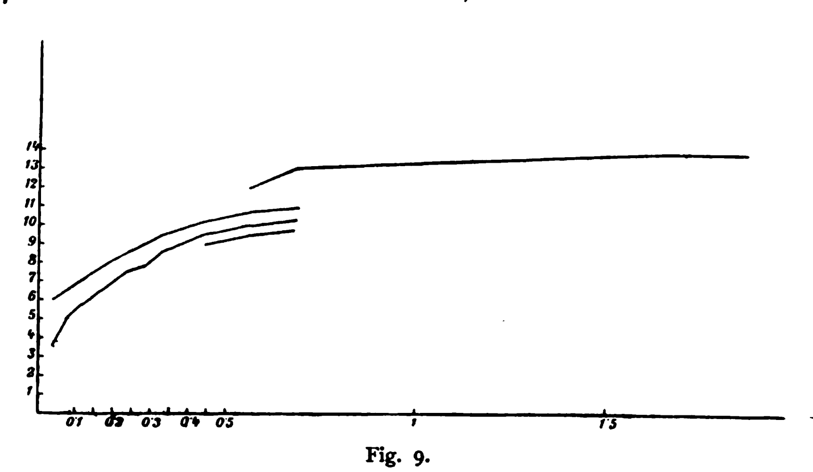


Fig. 9.

Tabelle 1 c (dazu Fig. 10). Beobachter K.

Zeiten in Sekunden.

Versuchs-reihen	0.04	0.08	0.12	0.16	0.2	0.24	0.28	0.4	0.44	0.56	0.68	1.68	2.12	2.65	3.03	3.91	bel. lang
I	4.5	5.75	7	8	9	9.75											
II						10	11	12	12.75	13.75	14.75						
III											15	16	16.25	16.25	16.25	16.25	16.25

In der Rubrik I sind zwei Versuchsreihen zusammengezogen, von denen die erste bis 0.12 reicht, ebenso in der Rubrik II zwei Reihen, von denen die erste bis 0.28 reicht.

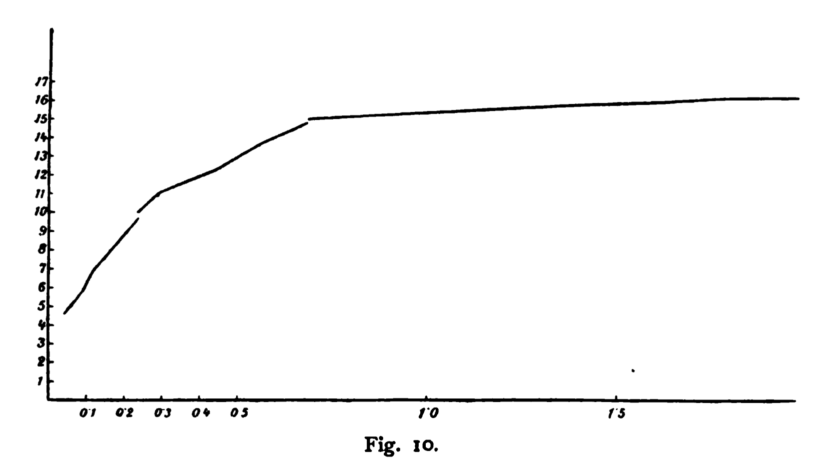


Fig. 10.

Aus den Versuchen ergibt sich unmittelbar ein anfangs rasches, dann immer langsameres Ansteigen der Intensität. Diese erreicht für die Beobachter W und B bereits bei 1.68 Sekunden, bei K erst etwas später ihr Maximum. Die Figuren, welche die Verhältnisse der Tabellen graphisch darstellen, sind nur soweit ausgeführt, bis die Intensität ihr Maximum erreicht hat.

Gruppe II.

Tabelle 2a (dazu Fig. 11). Beobachter W.

Zeiten in Sekunden.

Versuchs-reihen	0.12	0.16	0.24	0.4	0.56	0.68	1.68	2.12	2.65	3.03	3.91
I	5.25	5.5	6.75	9							
II				8	8.75	9.25					
III					9.75	10.5	[11]	11	11	11	11

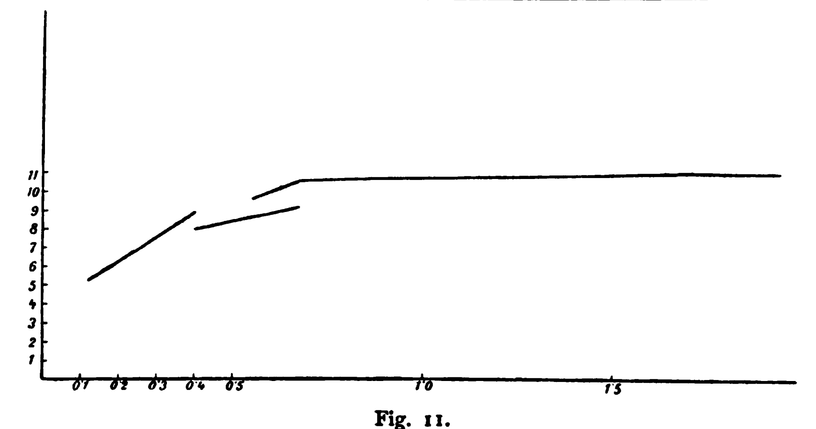


Fig. 11.

Tabelle 2b (dazu Fig. 12). Beobachter B.

	0.04	0.08	0.12	0.16	0.2	0.24	0.28	0.32	0.36	0.44	0.56	0.68	1.68	2.12	2.65	3.03	3.91
I		5.25	5.75														
II			6	6.5	7	7.5	8										
III										7.75	8	8.25					
IV	3.5		5.25		6.25		7		7.75	8	8.25	8.75	[9.5]	9.5	9.5	9.5	9.5

In der Rubrik IV sind zwei Versuchsreihen zusammengezogen, von denen die eine von 0.44 bis 0.68 reicht.

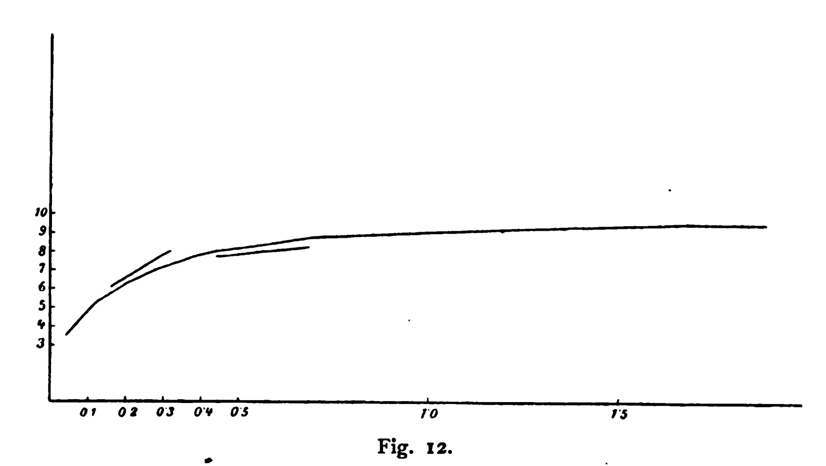


Fig. 12.

Tabelle 2[c] (dazu Fig. 13). Beobachter K.

	0.04	0.08	0.12	0.16	0.2	0.24	0.28	0.4	0.44	0.56	0.68	1.68	2.12	2.65	3.03	3.91
I	3.75	5.25	6													
II			5.5	6.5	7.5	8.5										
III						8.75	9.25	9.75	10.25	12	13	[14]	14	14	14	14

In der Rubrik III sind drei Versuchsreihen zusammengezogen, von denen die erste von 0.24 bis 0.28 und die zweite von 0.28 bis 0.68 reicht.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, daß die Herabsetzung der konstanten Intensität, welche durch Einsetzen der Röhre *16* als

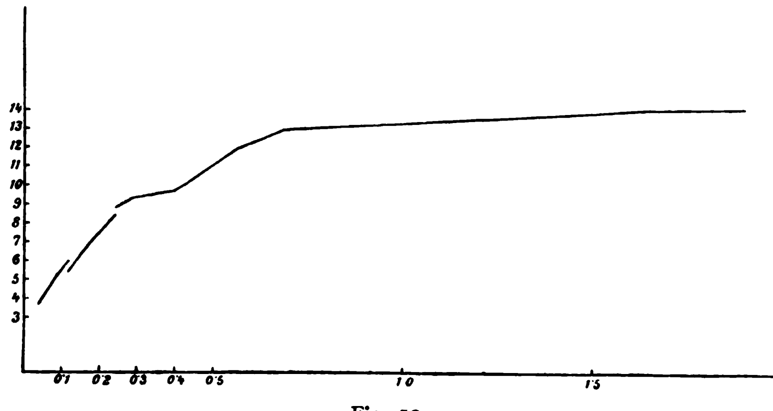


Fig. 13.

Dämpfung in der Leitung *I* bewirkt wurde, nicht genügte, um die Erreichung des Maximums merklich zu verzögern, da es sich wiederum bei 1.68 Sekunden einstellt.

Gruppe III.

Tabelle 3[a] (dazu Fig. 14). Beobachter W.

0.04	0.12	0.2	0.28	0.36	0.44	0.56	0.68	1.68	2.12	2.65	3.03	bel. lang
8	11.25	12.25	13.25	14	14.25	14.75	15	16	16.75	16.75	16.75	16.25

Die Tabelle ist aus zwei Versuchsreihen zusammengezogen, von denen die erste von 0.04 bis 0.68 reicht.

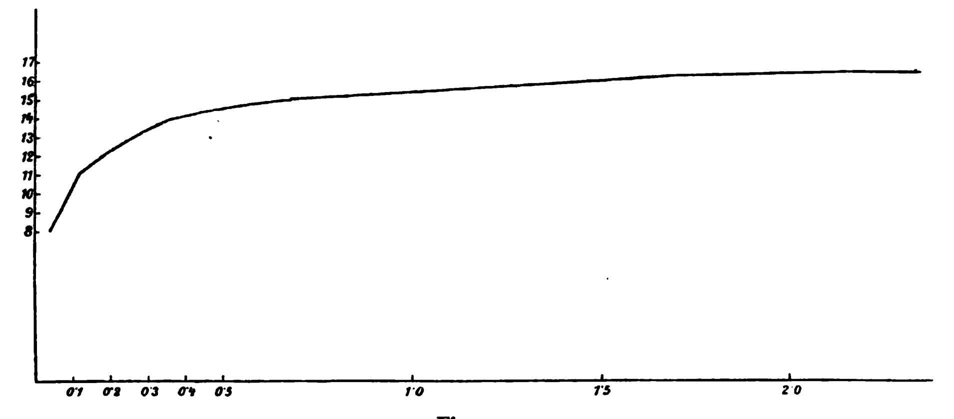


Fig. 14.

Tabelle 3[b] (dazu Fig. 15). Beobachter K.

	0.04	0.12	0.2	0.28	0.36	0.44	0.56	0.68	1.68	2.12	2.65	3.03	3.91
I	9	11.5	12.25	13	13.25	13.75	14	14.25					
II								15	16	16.25	16.25	16.25	16.25

Diese mit einem tiefen Ton angestellten Versuche geben deshalb kein eindeutiges Bild von dem Einfluß der Tonhöhe auf das Ansteigen der Erregung, weil der Ton nur eine sehr geringe Intensität besaß, und die bei dieser Gruppe bemerkbare geringe Verzögerung des Maximums vielleicht auf diese Ursache zurückzuführen ist.

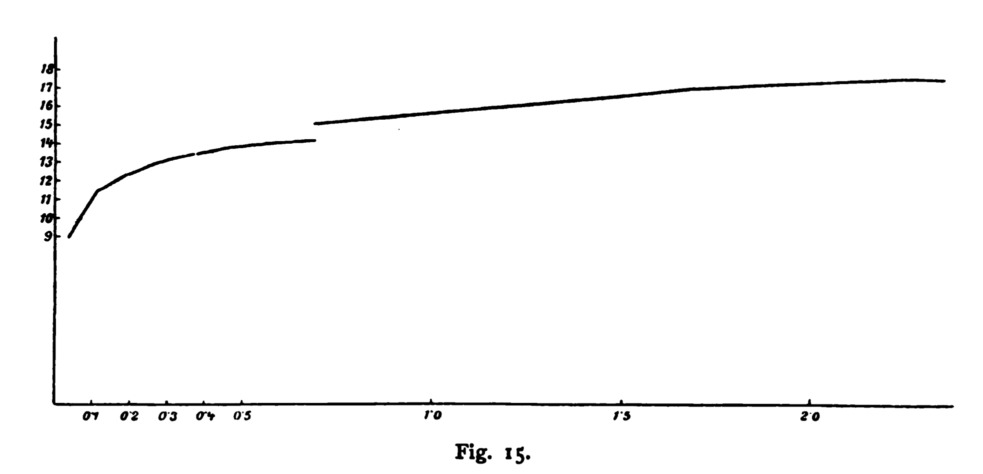


Fig. 15.

III. Versuche mit größerer Intensität.

(Hahnvorrichtung.)

Die Anordnung der akustischen und elektrischen Leitungen war im wesentlichen dieselbe, wie die auf Fig. 5 skizzierte. Die einfache Leitung *I* und die aus der Vereinigung von *IIa* und *IIb* gebildete Leitung *II* führten zu je einem Hahn. Bei *I* (Fig. 16) wurde dieser durch eine Schleudervorrichtung, bei *II* (Fig. 17) durch eine Pendelvorrichtung geöffnet und geschlossen. Diese beiden Hähne werde ich im folgenden kurz als Schleuderhahn und als Pendelhahn bezeichnen. Der bei der früheren Anordnung in die Leitung *I'* eingeschaltete Hahn entfiel natürlich. Da auch die Schleudervorrichtung des Schleuderhahnes durch zwei Elektromagneten bedient wurde, konnte die Anordnung der elektrischen Leitungen dieselbe bleiben wie bei den früheren Versuchen. Nur wurde an die Drähte *1* und *2* nicht mehr der Hochstrom des städtischen Netzes, sondern der Strom einer Akkumulatorenbatterie angeschlossen. Deshalb entfiel auch das Schaltbrett mit Ausschalter und Glühlampen, und der Draht *5* einerseits, die Drähte *3'* und *4'* andrerseits wurden direkt von der Wippe abgezweigt. Auch insofern ergab sich eine Veränderung der Versuchsanordnung, als statt der Schließungkontakte nunmehr Öffnungskontakte angewendet werden mußten, wie sich bei der Besprechung des Schleuderhahnes ergeben wird.

Der Schleuderhahn, dessen Einrichtung auf Fig. 16 im Quer-

schnitt dargestellt ist, bestand aus einem mit einer schlitzförmigen Bohrung B versehenen Metallzylinder K, der in eine ebensolche durch einen Kasten gehende Bohrung B' um seine Längsachse drehbar eingefügt war, so daß je nach der Stellung der Bohrung B, die durch die Bohrung B' gebildete Leitung geöffnet und geschlossen werden konnte. Trotzdem diese Schlitze nur genau 0.5 mm breit waren, ließen sie die Töne in sehr wenig geschwächter Intensität

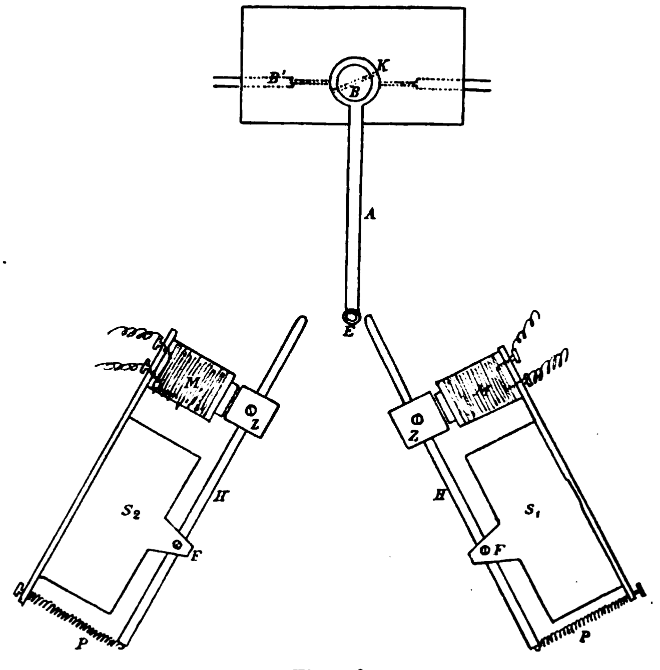


Fig. 16.

durchtreten, was als allgemeiner Vorteil des Hahnprinzips zu gelten hat (vgl. S. 266). Der die Bohrung B tragende Metallzylinder K besaß einen so großen Durchmesser, daß bereits bei einer kleinen Drehung die Bohrung B eine relativ große Verschiebung erfuhr. Dieser Zylinder trug ferner einen längeren seitlichen Fortsatz A, an dessen äußerstem Ende E ein Metallstäbchen senkrecht zu A eingefügt war. An dieses Metallstäbchen traten nun die Hebelarme der eigentlichen Schleuderapparate S_1 und S_2 heran. Diese bestanden im wesentlichen aus je einem zweiarmigen im Punkte F fixierten

Hebel *H*. Auf diesen Hebel wirkte an seinem freien äußeren Ende eine Feder *P*, an der dem Metallstäbchen zugewendeten Seite aber trug der Hebel ein Eisenklötzchen *Z*, das gerade gegenüber dem Magneten *M* eingestellt war. Zog der Magnet an, so vermochte er den Klotz *Z* trotz des Zuges der Feder festzuhalten; wurde aber der den Magneten durchfließende Strom geöffnet, so schnellte der den Klotz tragende Hebelarm infolge der Federspannung von dem Magneten fort. Um einen Zusammenstoß der beiden Hebelarme bei ihrem Losschnellen zu vermeiden, griff der Hebelarm des Apparates S_1 höher an dem durch *E* gehenden Metallstäbchen an, als der Hebel des Apparates S_2. Nur auf dem Schema liegen also S_1 und S_2 in einer Ebene. Die Versuchsanordnung war nun folgendermaßen getroffen, daß zu Beginn des Versuches der Strom beider Magnete geschlossen war, und die Hebelarme *H* die auf der Figur dargestellte Stellung einnahmen; der seitliche Fortsatz *A* war so gestellt, daß der Hahn die Leitung *B'* verschloß und das durch *E* gehende Stäbchen sich an den Hebelarm des Apparates S_1 anlehnte[1]. Wurde nun der Strom des zu S_1 gehörigen Magneten geöffnet, so schnellte der Hebel *H* in der angegebenen Weise ab und schleuderte das durch *E* gehende Stäbchen, das er eben nur tangential streifte, nach links, so daß nunmehr die Bohrung *B* so gedreht wurde, daß sie den durch die Leitung *B'* dringenden Ton durchließ. Die Kraft des abschnellenden Hebels schleuderte das Metallstäbchen jedoch nur soweit hinüber, daß es nunmehr dem Hebel des Apparates S_2 anlag. Wurde nun auch hier der Strom des Magneten geöffnet, so schleuderte der abschnellende Hebel den Hahn wieder in seine ursprüngliche Stellung zurück, so daß die Leitung nunmehr wieder unterbrochen war. Der Hebel des Apparates S_1 mußte durch die Feder natürlich soweit zurückgezogen werden, daß er die Rückbewegung des Metallstäbchens nicht hinderte. Wie ich bereits früher erwähnt habe, war es nicht möglich, das Losschnellen des Hebelarmes und ihr Angreifen an dem Metallstäbchen, trotz sorgfältiger Umhüllung mit Kautschuk vollständig

[1]) Die anfangs gehegte Befürchtung, daß der Ton sich trotzdem von der Seite her durch die Bohrung *B* fortpflanzen könnte, erwies sich als unbegründet. Es war daher nicht nötig, die Bohrung *B'* mit einer Mündung nach außen zu versehen, wie es anfangs beabsichtigt gewesen war.

geräuschlos zu machen. Das dabei auftretende leise Geräusch vermochte aber bei den verwendeten Intensitäten die Vergleichung der beiden Töne nicht zu beeinflussen. Die Zeit zwischen dem Loslassen der Magnete wurde wie bei den früheren Versuchen durch das Kontaktpendel reguliert, das nacheinander zwei geschlossene Kontakte öffnete, welche die beiden Magneten mit Strom versorgten. Das Loslassen des Pendels erfolgte ebenso wie vorher mittels des Tasters *T*.

Als Pendelhahn (Fig. 17) wurde der bei den früheren Versuchen in die Leitung *I'* eingeschaltete Hahn verwendet. Nur war an dem die Bohrung *B* tragenden Metallzylinder nicht mehr der seitliche Fortsatz befestigt, an dem der mit der Pendelstange des Lamellenpendels in Verbindung stehende Faden angegriffen hatte, sondern statt desselben war eine um dieselbe Achse wie der Hahn drehbare dünne Metallstange *P* angebracht, durch deren Drehung nunmehr der Verschluß und die Öffnung des Hahnes bewerkstelligt wurde. Diese Metallstange trug an ihrem unteren Ende ein Eisenklötzchen *Z*, das in der durch die Figur dargestellten Weise von einem Magneten *M* festgehalten werden konnte.

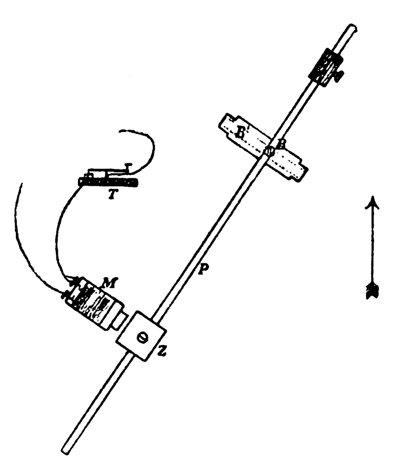


Fig. 17.

An dem jenseits des Fixationspunktes liegenden Ende der Stange war ein zur Regulierung der Schwingungszeit dienendes Laufgewicht angebracht. Der Versuch gestaltete sich daher so, daß die Pendelstange zunächst mittels des Klötzchens an den Magneten angehängt wurde. Dem Magneten wurde der Strom auf dieselbe Weise zugeleitet wie dem Magneten des Kontaktpendels. In dieser Stellung war die Bohrung *B'* durch den Hahn vollständig verschlossen. Nunmehr wurde durch den Taster *T* der Stromkreis des Magneten unterbrochen, das Pendel schwang durch und drehte somit die Bohrung *B* durch ihre Öffnungsstellung hindurch. Um auf diesen Drehungswinkel der offenen

Stellung einen möglichst großen Teil der gesamten Schwingungszeit fallen zu lassen, war die Richtung des festen Teiles der Hahnleitung so eingestellt, daß die jenseitige Umkehrung der Pendelschwingung bei eben noch völlig geöffnetem Hahne stattfand. War das Pendel zurückgeschwungen und hatte die Leitung abgeschlossen, so mußte es mit der Hand aufgefangen und wieder an den Magneten angehängt werden.

Die Variation der Darbietungszeiten erfolgte diesmal am Kontaktpendel dadurch, daß der zweite Öffnungskontakt immer weiter vom ersten entfernt wurde. Da aber die auf diese Weise erreichbaren Zeiten zu kurz gewesen wären, mußte eine Anordnung getroffen werden, um den zweiten Kontakt erst durch das Zurückschwingen des Pendels öffnen zu lassen. Zu diesem Behuf mußte vor allem der zweite Kontakt tiefer gestellt werden als der erste, damit er von dem Pendel nicht schon bei seinem Hingange erfaßt werde; sodann aber mußte dafür Sorge getragen werden, daß nunmehr beim Zurückschwingen das Pendel den zweiten Kontakt doch wieder erfassen könne. Es wurde daher am unteren Ende der Pendelstange der in Fig. 18 dargestellte Apparat angebracht. Derselbe bestand im wesentlichen aus einem mit einem seitlichen Vorsprung V versehenen Rahmen R, der längs seiner Unterlage verschiebbar war und durch eine Feder F_1 nach abwärts gezogen wurde. Nach unten setzte sich der Rahmen in ein Stäbchen fort, das eine zur Aufnahme eines zweiten zweimal rechtwinklig gebogenen Stäbchens N bestimmte Scheibe S trug. Der Spielraum, innerhalb dessen sich der Rahmen auf seiner Unterlage verschieben konnte, war durch zwei Anschlagstifte begrenzt. Mittels seines seitlichen Vorsprungs V konnte der Rahmen an einem durch die Feder F_2 nach seitwärts gebogenen Eisenplättchen P aufgehängt werden. Wenn aber das Plättchen P von dem gegenüberliegenden Magneten M angezogen wurde, verlor der Rahmen R seine Unterstützung und wurde von der Feder F_1 nach abwärts gezogen, so daß sich der Rahmen mit dem an ihm befestigten Stäbchen um die der Distanz

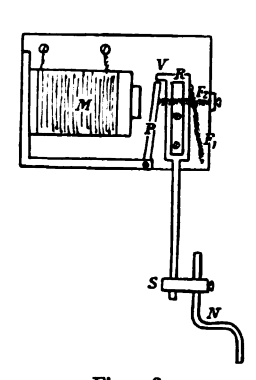


Fig. 18.

zwischen Aufhängepunkt und Anschlagstift entsprechende Höhe senkte. Wenn somit die Nase *N* den zweiten Öffnungskontakt noch nicht erreichte, solange der Rahmen *R* an dem Plättchen *P* aufgehängt war, die Senkung des Rahmens *R* aber, welche erfolgte, sobald der Magnet das Blättchen anzog, genügte, um die Nase in die Höhe des zweiten Kontaktes zu bringen, handelte es sich nur mehr darum, die Schließung des Magneten im geeigneten Moment zu bewerkstelligen. Zu diesem Zwecke wurde von der Pohlschen Wippe ein Draht abgezweigt, welcher längs der Pendelstange verlaufend, ohne deren Bewegung zu hindern, zu einer Klemme der Magneten *M* führte; die andere Klemme war durch einen zweiten Draht mit der Pendelstange leitend verbunden; ferner wurde ein ganz feiner Neusilberdraht, der mittels eines gewöhnlichen Leitungsdrahtes zur Wippe zurückführte, so am Stativ des Kontaktpendels befestigt, daß die Stange des Pendels knapp vor der Umkehrung ganz leicht an ihm vorbeistreifte, so zwar, daß die Geschwindigkeit des Pendels nicht verzögert wurde, der geschilderte Stromkreis aber nunmehr doch geschlossen wurde. In diesem Augenblick zog der Magnet das Plättchen an, der Rahmen senkte sich, und die Nase *N* vermochte beim Zurückschwingen den zweiten Kontakt zu öffnen. Auf diese Weise gelang es natürlich, bedeutend längere Öffnungszeiten für den Schleuderhahn zu erzielen.

Auch bei diesen Versuchen eichte ich die von mir verwendeten Zeiten an beiden Hähnen mit Hilfe des Kehltonschreibers in der auf Seite 273 angegebenen Weise, nur daß ich der größeren Genauigkeit halber die niedrigen Zeiten mit einer Gabel von 256 Schwingungen eichte, auf welche die Borste nicht zur Resonanz zu bringen war. Ich mußte daher sowohl die Schwingungen der Gabel als auch die durch die Abhebung der Borste über die Abszisse gegebene Kurve aufzeichnen und die Zahl der Schwingungen zählen, welche auf die Zeit der Öffnung der Leitung entfielen, während welcher sich die Borste gehoben hatte. Beim Pendelhahn verstrichen wegen der Breite der Bohrung und der langsamen Bewegung ungefähr 0.06 Sekunden, bevor sich der Hahn vollständig geöffnet hatte, während der Abschluß beim Zurückschwingen während einer noch etwas längeren Zeit erfolgte. Bei der ausschließlichen Verwendung dieses Hahnes zur konstanten Zeit kam dies jedoch nicht in Betracht. Beim

Schleuderhahn betrug die Zeit der unvollständigen Öffnung wegen der feinen Bohrung und schnellen Bewegung überhaupt nur wenige Tausendstel Sekunden.

Die bei diesen Versuchen verwendeten Zeiten betrugen für den Pendelhahn 0.9 Sekunden, für den Schleuderhahn 0.12, 0.16, 0.21, 0.26, 0.52, 1.13 und 1.41 Sekunden. Mit dieser Anordnung habe ich nun zwei Versuchsgruppen ausgeführt, bei denen ich mir vor allem über den Einfluß der Zeitlage auf die Resultate Rechenschaft zu geben versuchte. Eine derartige Untersuchung war bei der Anordnung mit Spitzenleitung deshalb auf Schwierigkeiten gestoßen, weil daselbst neben dem Einfluß der Zeitlage noch der konstante Ton in Berücksichtigung gezogen werden mußte, auf den sich bei der umgekehrten Zeitlage auch der Reiz von konstanter Intensität aufsetzte. Die bei derartigen Versuchen erhaltenen Resultate beruhen daher auf einem so komplexen psychologischen Tatbestand, daß ich von ihrer Verwertung vorläufig Abstand nehmen mußte. Bei der zuletzt beschriebenen Anordnung aber konnte der Einfluß der Zeitlage tatsächlich ohne alle weitere Nebeneinflüsse untersucht werden. In beiden Versuchsgruppen wurde als Schallquelle die Gabel von 512 Schwingungen verwendet. Bei Gruppe I erhielt der Beobachter den Reiz mit konstanter Intensität und variabler Dauer zuerst, und es wurde hierauf wieder nach der Methode der Minimaländerung die Röhre gesucht, welche in die zweite Röhre eingesetzt werden mußte, um die gleiche Empfindung zu erzeugen. Bei Gruppe II wurde dem Beobachter umgekehrt zuerst der durch eine bestimmte Röhre in seiner Intensität modifizierte Ton zugeleitet, und diese Intensität wurde dann wiederum nach derselben Methode abgestuft, bis der Beobachter die durch beide Leitungen dringenden Töne als gleich bezeichnete. Alle näheren Bestimmungen der Versuchstechnik blieben dieselben wie zuvor. Eine ungefähre Vergleichung der vorherigen mit der nunmehr verwendeten Intensität wurde in der Weise durchgeführt, daß in die durch den Schleuderhahn gehende Leitung noch die am Lamellenpendel befestigte Spitzenleitung eingesetzt und die Röhre gesucht wurde, welche in die Leitung des Pendelhahns eingesetzt werden mußte, damit der durch dasselbe zugeleitete Ton von konstanter Dauer dem anderen Ton bei beliebig langer Darbietungszeit gleich sei. Dabei ergab

sich die Röhre *I* als notwendig, während die Röhre *II* zur Herstellung der Gleichheit erforderlich war, wenn der Ton ohne durch die Spitzenleitung des Lamellenpendels gedämpft zu sein, direkt durch den Schleuderhahn dem Beobachter zugeführt wurde.

Ich gebe im folgenden die Übersicht der in beiden Gruppen erlangten Resultate.

Gruppe I.

Tabelle 1[a] (Fig. 19). Beobachter W.

	0.16	0.21	0.26	0.52	1.13	1.41	beliebig lang
I						11	11
II					11.5	11.5	
III			6.75	9.5	12		
IV	unter 1	3.5	6.25				

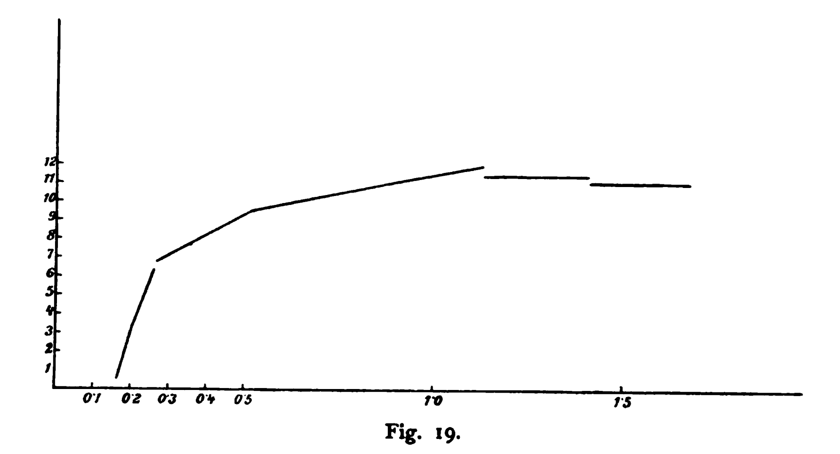


Fig. 19.

Tabelle 1[b] (Fig. 20.) Beobachter K.

	0.12	0.16	0.21	0.26	0.52	1.13	1.41	beliebig lang
I					11	13	13	13
II		3.5	6.5	8	11.5			
III	unter 1	3	5.5	6.5				

Aus diesen Versuchen ergibt sich somit, daß der Ton bei dieser stärkeren Intensität bereits viel früher sein Maximum erreicht und innerhalb der kürzesten Zeiten einen bedeutend rascheren Anstieg zeigt.

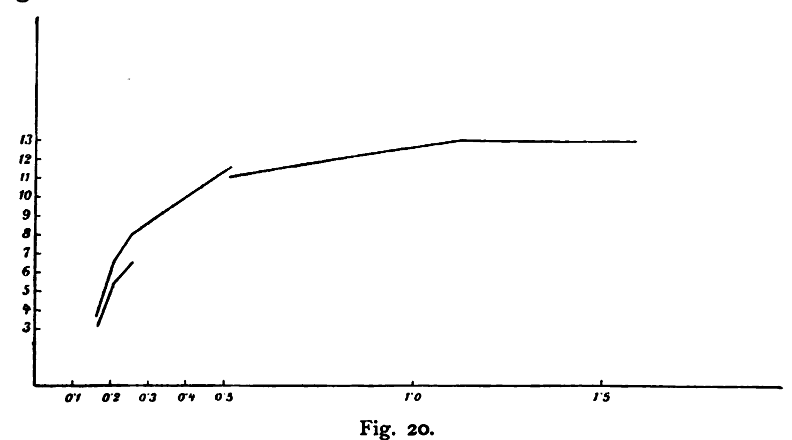


Fig. 20.

Gruppe II.

Tabelle 2[a] (Fig. 21). Beobachter W.

	0.16	0.21	0.26	0.52	1.13	1.41	beliebig lang
I					15	15	15
II		7	11	13	15		
III	2.25	6.25	10.25				

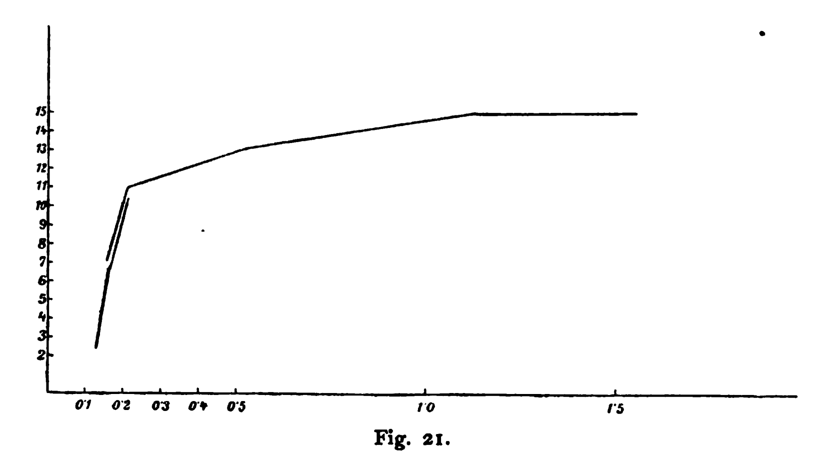


Fig. 21.

Tabelle 2[b] (Fig. 22). Beobachter K.

	0.12	0.16	0.21	0.26	0.52	1.13	1.41	beliebig lang
I	unter 1		7.5	10	13	15.75	15.75	15.75
II		4	7	8.5				

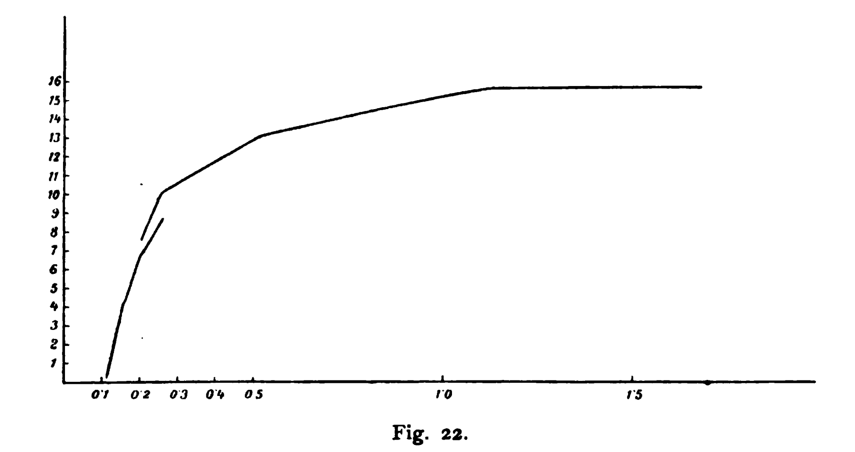


Fig. 22.

Aus dem Vergleich dieser Tabellen mit den voranstehenden ergibt sich, daß der Einfluß der Zeitlage dahin gewirkt hat, die zur Herstellung der Gleichheit erforderliche Intensität des Hauptreizes um eine für längere Zeiten annähernd konstante Differenz zu vergrößern, wenn er an erster Stelle kam. Diese Tatsache dürfte wohl daraus zu erklären sein, daß bei der durch die Versuche geforderten konzentrierten Aufmerksamkeit beim Vergleich die dem zweiten Reiz zukommende Klarheit und Deutlichkeit den Eindruck auch seiner Intensität nach dem ersten gegenüber begünstigte, so daß ein Reiz, der bereits genügte, um die Gleichheit herzustellen, wenn er an zweiter Stelle kam, zu leise erschien, wenn er als erster dargeboten wurde. Um daher diesen durch die Zeitlage bedingten Fehler zu eliminieren, müßte man wohl aus den bei beiden Zeitlagen gefundenen Resultaten die Mittelwerte suchen, doch würde dies das allgemeine Bild des Anstiegsverlaufs nicht ändern. Daß die durch die Zeitlage bedingte absolute Differenz sich bei der kürzesten Zeit ein wenig zu verringern scheint, ist wohl darauf zurückzuführen, daß in diesem Fall die schwache Empfindungsintensität vom psychologischen

Prinzip der Abschwächung in der Erinnerung relativ stärker betroffen wird.

Wie ich bereits anfangs erwähnte, mußte sich die vorliegende Untersuchung darauf beschränken, die allgemeinsten Verhältnisse des Anstiegsverlaufes zu bestimmen. Als solche allgemeinste Verhältnisse glaube ich aus den angeführten Ergebnissen folgende feststellen zu können.

Die akustische Erregung bedarf einer meßbaren Zeit, um ihre volle subjektive Intensität zu erreichen und zwar beträgt diese bei geringen objektiven Intensitäten ungefähr 1.5 Sekunden; mit wachsender Intensität (und anscheinend auch mit wachsender Tonhöhe), nimmt die zur Erreichung des Maximums erforderliche Zeit immer mehr ab. Der Anstieg erfolgt zuerst sehr rasch, dann immer langsamer. Eine Ermüdung ist bei den von mir verwendeten Zeiten (bis ca. 5 Sek.), und Intensitäten nicht zu konstatieren.

Es ist mir schließlich eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Wundt für seine Anteilnahme an dieser Arbeit meinen ergebenen Dank auszusprechen. Insbesondere aber sage ich Herrn Professor Wirth, der mich nicht nur bei der Ausarbeitung der Methodik, sondern auch bei der Ausführung der Versuche mit Rat und Tat unterstützt hat, meinen aufrichtigsten Dank. Auch Herrn Professor Bazala, der sich mir als trefflicher Beobachter zur Verfügung stellte, Herrn Dr. Klemm und allen anderen Herren, die mir bei der Ausführung meiner Versuche als Mitarbeiter zur Seite gestanden haben, danke ich an dieser Stelle herzlichst.

Die Zeitschwellen für Stimmgabeltöne mittlerer und leiser Intensität.

Von

Rudolf Bode.

Mit 6 Figuren im Text.

I. Einleitung.

In dieser Arbeit wird von neuem die Frage nach der geringsten Anzahl von Schwingungen, welche zur Erzeugung einer Tonempfindung nötig ist, gestellt. Seit mehr als 70 Jahren ist das Problem des minimum perceptibile von den verschiedensten Forschern und nach den verschiedensten Methoden behandelt worden. Eine möglichst exakte Beantwortung dieses Problems hat weittragende Konsequenzen für das gesamte Gebiet, nicht nur der Ton-, sondern auch der Geräuschempfindungen. Die Frage nach dem Wert oder Unwert der Resonanztheorie überhaupt, nach dem spezifischen Verhalten des Resonanzapparates im menschlichen Ohr ist aufs engste verknüpft mit unserem Problem. Die Tatsache, daß die Perzeption einer Tonempfindung gebunden ist an eine erst durch Summation isochroner Schwingungen erreichte nötige Elongation der Schwingungsfasern, hätte starke Beweiskraft für die Richtigkeit der Resonanztheorie. Die an verschiedene Tonhöhen und verschiedene Intensitäten der Reize gebundenen relativen Gesetzmäßigkeiten ergänzen in notwendiger Weise unsere durch die anatomisch-histologische Untersuchung gewonnenen Kenntnisse vom Bau des Resonanzapparates.

Alle bisherigen Untersuchungen zeigen deutlich, daß die Zeitschwelle abhängig ist von der spezifischen Beschaffenheit der einwirkenden Schwingungen, sodaß S. Exner zu dem Ergebnis kommt:

»Es kann aus dieser und anderen Ursachen die Frage nach der Anzahl von Tonwellen, welche genügen, eine wohlcharakterisierte Tonempfindung zu erzeugen, unseres Erachtens immer nur für einen bestimmten Fall beantwortet werden.« Ein solcher Schluß ist geeignet, die Problemstellung zu verwischen und die Lösung in aeternum zu vertagen. Soll die Theorie des Hörens wirkliche Förderung durch eine solche Untersuchung erfahren, so muß diese unter den einfachsten Bedingungen angestellt werden. Solche einfachste Bedingungen herzustellen ist unsere Aufgabe, und der Übergang von komplizierteren zu einfacheren Bedingungen bedingt den Fortschritt in der Lösung eines Problems.

Wollen wir aus unseren Ergebnissen einen Schluß auf die Existenz oder Nicht-Existenz eines akustischen Resonanzapparates machen, so müssen die Reize auch geeignet sein, alle Erscheinungen der Resonanz nach unseren Kenntnissen eines akustischen Resonanzapparates zu erzeugen. Mit anderen Worten: wir dürfen objektiv wo möglich nur mit Sinusschwingungen arbeiten und müssen alle diese Schwingung störenden Momente möglichst beseitigen.

Die Theorie der Geräusche hat bisher die bei der Entstehung einer Tonempfindung auftretenden Erscheinungen so gut wie garnicht verwerten können. Zwei Gründe sind für diese Vernachlässigung anzuführen. Erstens waren die bisherigen Untersuchungen durchweg nicht exakt genug in der Ausschaltung der objektiven durch die Apparate bedingten Geräusche. Subjektive Geräuscherscheinungen kamen so überhaupt nicht zur Geltung oder wurden in psychologisch komplizierten Verbindungen perzipiert. Das Material, welches aus den Untersuchungen über die Zeitschwellen für die Theorie des Geräusches hätte nutzbar gemacht werden können, blieb unsicher und trügerisch. Der zweite hauptsächliche Grund für die Vernachlässigung der Geräuscherscheinungen lag aber in der unzulänglichen Fragestellung. Statt daß man ohne Vorurteil das tatsächlich im Bewußtsein erlebte möglichst vollständig und genau beschrieb, richtete man die Aufmerksamkeit fast ausschließlich auf »den« Ton, welcher »erwartet« wurde. Ein Beispiel wird das gesagte noch deutlicher machen. In der Arbeit von Abraham und Brühl finden sich folgende Sätze: »Die Intensität der kurzen Töne war sehr gering und es war schwer den Ton aus dem Geräusch herauszuhören« oder: »Wir be-

haupten, daß in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wohl durch dieselbe« (die geringe Anzahl der Schwingungen) »eine Tonempfindung hervorgerufen wird, nur ist der Ton sehr schwer herauszuhören.« Gleichgültig, ob das Geräusch objektiv (man arbeitete mit Sirenentönen) oder subjektiv oder durch beide Arten zugleich bedingt war, auf keinen Fall entspricht eine derartig bewußt isolierende Auffassung des tatsächlich in der Empfindung gegebenen den Grundsätzen empirischer Forschung. Erst durch den Vergleich der einzelnen Gesamterlebnisse darf nachträglich eine Isolation der einzelnen im Gesamterlebnis verschmolzenen Elemente stattfinden. Das objektive Geräusch (sofern es konstant bleibt und sich nicht mit der Höhe und Intensität des Reizes in seiner Qualität ändert) wird die durch den gewollten Reiz hervorgerufenen subjektiven Erscheinungen in konstanter Weise nach einer bestimmten Richtung hin beeinflussen. Es kann daher vielleicht durch Vergleichung der einzelnen Gesamterlebnisse in seiner objektiven Konstanz erkannt und von den die Mannigfaltigkeit bedingenden subjektiven Geräuschelementen begrifflich isoliert werden. Hinzukommt, daß durch den psychischen Zustand der Erwartung, einen bestimmten Ton zu hören, das Erlebnis selbst in seiner Qualität verändert wird. Ich glaube, daß die kleinen Schwellenwerte z. T. diesem subjektiven, assimilierenden Faktor der Erwartung ihren Ursprung verdanken. Das Gesamterlebnis wird nach der Richtung tonaler Färbung verändert. Diese Veränderung ist keineswegs als Urteilstäuschung aufzufassen, sondern in der Empfindung begründet (vergl. Krueger »Die Theorie der Konsonanz« Wundt, Psychologische Studien. Heft 4. 1906). In einer Untersuchung, die wie die vorliegende hauptsächlich der physiologischen Interpretation die peripher bedingten psychischen Empfindungskorrelate bieten will, müssen aber derartige zentral psychologische die Empfindung verändernde Faktoren der Auffassung, wie die Assimilation, nach Möglichkeit ausgeschaltet werden. In dieser Richtung bewegte sich schon die Methode von R. Schulze, welcher das unwissentliche Verfahren innehielt und daher auch schon über die Geräuschqualitäten wertvolle Beobachtungen machte.

Die Fragestellung, welche dieser Untersuchung ihre Richtung gegeben hat, lautet daher: Welcher Art sind die subjektiven Erlebnisse, welche an die Einwirkung nur weniger Tonschwin-

gungen verschiedener Höhe und Intensität gebunden sind? und: Welche konstanten gesetzmäßigen Zusammenhänge ergibt die vorurteilslose Vergleichung des quantitativen und qualitativen Befundes?

II. Historische Übersicht und Kritik der bisherigen Untersuchungen.

A. Allgemeine Vorbemerkungen.

a. Obertöne.

Eine exakte Lösung des Zeitschwellenproblems hat zur Voraussetzung, daß dem perzipierenden Organe eine Anzahl einfacher Sinusschwingungen von bestimmter Frequenz geboten werden, mit anderen Worten, daß alle Töne anderer Frequenz d. h. die Obertöne ausgeschaltet werden. In keiner der vorliegenden anderen Untersuchungen sind die Obertöne hinreichend berücksichtigt worden. Man begnügte sich mit qualitativen Angaben, die Obertöne seien nur sehr schwach in dem Tone enthalten oder der Ton sei auch bei wenig dargebotenen Schwingungen in seiner Höhe deutlich bestimmbar, eine »Täuschung« ausgeschlossen gewesen. Aber solange wir das Verhalten der perzipierenden Organe nicht genau kennen, haben derartige Angaben wenig Wert. Auf keinen Fall darf die Resonanzhypothese bereits bei der Beobachtung als richtig vorausgesetzt und der Wert oder Unwert einer Beobachtung darnach bestimmt werden. Wir wissen nicht, welchen Anteil und welchen Einfluß gleichzeitige Schwingungen anderer Frequenz auf die Wahrnehmung eines bestimmten Tones haben. So ist z. B. mit Sicherheit anzunehmen, daß die subjektive Verstärkung des Grundtones durch sekundäre Differenztöne der Obertöne auch im perzipierenden Organ ihr Korrelat hat. Bei den bisher vorliegenden Untersuchungen ist es keineswegs ausgeschlossen, daß ein Oberton in einer der höheren Oktaven mit dem objektiven Geräusch zu einem einheitlichen tonalen Erlebnis verschmilzt, dessen Tonhöhe der erwarteten und durch die Erwartung assimilativ vorbereiteten Tonhöhe gleich ist, umsomehr als eine direkte Analyse der Empfindung bei der Kürze des Reizes schwierig ist. Es muß somit an eine exakte Untersuchung die Forderung der Auslöschung aller irgendwie in Betracht kommenden Obertöne gestellt werden.

Durch den von Krueger beschriebenen, nach dem zuerst von Grützner und Sauberschwarz eingeführten Prinzip (Pflügers Archiv Bd. 61, S. 1 ff.) konstruierten Interferenzapparat läßt sich dies auch leicht erreichen (s. u.).

b. Intensität.

Es ist das Verdienst der Arbeit von Abraham und Brühl, den Einfluß der Intensität wieder stark betont zu haben. Vor ihnen haben auch schon Kries und Auerbach die These aufgestellt, daß die Zahl der nötigen Schwingungen nicht von der Tonhöhe, sondern von der Intensität der Erregung abhängig sei. Auch Villari und Marangoni haben mit verschiedenen Intensitäten gearbeitet. Die objektive Intensitätsmessung gehört bis auf den heutigen Tag zu den schwierigsten Problemen der physikalischen Akustik. Wir haben noch keine Möglichkeit auf eine einfache und schnelle Art die Intensität exakt zu bestimmen. Aber die Feststellung der objektiven Intensität ist bei unserem Problem nicht unbedingt erforderlich. Es genügt die subjektive Vergleichung. Denn die stets herrschenden Gesetzmäßigkeiten müssen, soweit sie von der Intensität abhängig sind, auch bei gleicher subjektiver Intensität, wenn auch vielleicht in einer transformierten Form, zu Tage treten. Wir werden hierauf später zurückkommen in dem Kapitel, in welchem wir die auf Grund objektiv gleicher Intensitäten gewonnenen Ergebnisse von Hensen den unserigen gegenüberstellen. Eine exakte Untersuchung erfordert jedoch, daß Einrichtungen getroffen werden, welche die beiden subjektiv auf Intensität zu vergleichenden Töne von einander isolieren und welche eine schnelle Veränderung der Intensität des anzugleichenden Tones zulassen.

Der Einfluß der Intensität muß uns auch verhindern, Ergebnisse, welche aus der Untersuchung nahe beieinanderliegender Töne von mittlerer Tonhöhe gewonnen werden, auf das ganze Tongebiet zu erweitern. Daß z. B. die größere Empfindungsintensität hoher Töne u. a. auch in funktionellem Zusammenhang mit der Zeitschwelle steht, ist sehr wahrscheinlich.

B. Die bisherigen Versuchsmethoden und ihre Ergebnisse.

Alle bisherigen Untersuchungen haben zur Voraussetzung zwei toto genere von einander verschiedene Versuchsanordnungen, je nach-

dem sie auf eine plötzliche oder konstante Tonerzeugung hinzielen. Im ersten Falle werden nur wenige Schwingungen überhaupt objektiv erzeugt und in ihrer Gesamtheit als Reiz verwendet, im anderen Falle wird eine konstant tönende Tonquelle vom Beobachter akustisch isoliert und deren Schwingungen durch geeignete Vorrichtungen während eines bestimmten variierbaren Zeitintervalls als Reiz dem Beobachter zugeführt. Im ersten Falle wird durchweg mit Sirenentönen gearbeitet, im letzten Falle mit Stimmgabeltönen. In der Mitte zwischen beiden Versuchsanordnungen steht die Versuchsanordnung von Exner und Pollak (s. u.).

a. Die Versuche mit plötzlicher Tonerzeugung.

Gegen diese Methode muß der prinzipielle Einwand erhoben werden, daß der Reiz nicht in der nötigen Einfachheit erzeugt werden kann. Die Entstehung eines Schwingungsvorganges erzeugt in dem umgebenden Medium kompliziertere Verhältnisse als die Ausbreitung der Schallwellen eines elastisch schwingenden Körpers über ein größeres räumliches Gebiet. Dieser Einwand muß umsomehr erhoben werden, als bei den Untersuchungen mit plötzlicher Tonerzeugung der Beobachter durchweg in unmittelbarer Nähe des tonerzeugenden Instrumentes beobachtete.

Die Sirene (Loch- und Zahnradsirene) ist wenig geeignet als tonerzeugendes Instrument zu dienen. Nicht Schwingungen eines elastischen Körpers, sondern Luftstöße mit allen ihren spezifischen nicht abtrennbaren Eigenschaften veranlassen den Erregungsvorgang im perzipierenden Organ. Dazu kommen Tongeräusche der mannigfachsten Art, die alle in der Tonerzeugung selbst ihren Ursprung haben und deren Beseitigung kaum möglich ist: Unterbrechungstöne, Schwingungen des Lochrandes (Aluminium!), sehr intensive Obertöne, Wirbelgeräusche bei der plötzlichen Luftverdünnung, Anblasegeräusche. Die Intensität des einzelnen Luftstoßes ist überdies abhängig vom Luftquantum.

Vor allem aber sind es psychologische Fehler, welche die Sirene als eine sehr ungeeignete Schallquelle erscheinen lassen. Die rasche Wiederholung der einzelnen Stoßperioden bedingt nicht nur eine Veränderung des Gesamtzustandes des Beobachters, sondern auch der Gehörsempfindung. Es wird eine stärkere Heraushebung des

erwarteten tonalen Teilinhaltes herbeigeführt. Bei den hohen Tönen können die einzelnen Perioden zuletzt kaum noch auseinandergehalten werden, wenn nicht gar eine Summation der Energien im Gehörorgan eintritt.

Alle diese Faktoren, zusammen mit den bereits früher erwähnten psychologischen Faktoren der Erwartung und der Assimilation mögen es bewirkt haben, daß die Zahl der zur Perzeption einer Tonempfindung nötigen Schwingungen von allen Forschern, die mit Sirenentönen (oder diesen ähnlichen) gearbeitet haben, viel kleiner angegeben wird als von den mit Stimmgabeln arbeitenden Forschern. Als Minimum werden durchschnittlich zwei Impulse angegeben. Nach dem oben gesagten darf aber dieses Ergebnis nicht dahin verallgemeinert werden, daß auch zwei Schwingungen jedes elastischen Körpers hinreichen, um eine Tonempfindung zu erzeugen. Bei Savart (vgl. Lit.) heißt es: »Il résulte de là, 1° que deux chocs (!) ou battements successifs suffisent pour constituer un son comparable, et que, par conséquent (!), il faut quatre vibrations simples (!) pour donner le même résultat; . . . . . 3° enfin, que le temps pendant lequel un son doit durer pour être perçu dépend uniquement de l'intervalle qui existe entre deux des battements périodiques qui le constituent; par conséquent, que ce temps est d'autant plus court que le son est plus aigu.« Dieselbe Angabe von zwei Schwingungen finden wir bei Seebeck und Ohm (vgl. Lit.). Pfaundler (Lochsirene) kommt zu dem Resultat: »Daß im Minimum zwei Schallimpulse auf die mitschwingenden Teile des Ohres genügen können, um die Empfindung eines Tones hervorzubringen, und daß diese Empfindung durch rasche Wiederholung zum Bewußtsein gebracht werden kann[1].« Zu ähnlich

[1]) Diese zweideutige Stelle ist dahin interpretiert worden, daß Pfaundler Empfindung mit Erregung verwechsele und durch die Wiederholung eine Summation der physiologischen Energien herbeigeführt werde. Die Wiederholung scheint bei Pfaundler eine rein psychologisch-apperzeptive Wirkung auszuüben. Denn bei der Deutung dieser Stelle ist doch zu berücksichtigen, daß bei der Pfaundler'schen Anordnung zwischen den Doppelschwingungen immer eine größere (physikalisch) leere Zeitstrecke eingeschoben ist, welche zwar infolge der längeren Dauer der physiologischen und psychischen Erregung (als die physikalische) subjektiv ausgefüllt wird, aber doch einer Steigerung der Intensität der physikalischen Erregung und Empfindung entgegenwirkt. Die Wiederholung führt also doch vor allem nur zu einer zeitlich längeren Darbietung der Qualität des Reizes, welche für die Apperzeption der Qualitäten der so entstehenden Vorstellung günstig ist. Eine einmalige Dar-

niedrigen Zahlen kommt Max Meyer (Holzsirenenscheibe, welche bis auf eine kleine Anzahl von Löchern durch Korkstückchen verstopft werden konnte. Das Anblasen geschah durch eine Glasröhre). Er fand folgende Zahlen:

1. Tonhöhe = 176 Tonstöße pro Sek.:
bei vier Tonstößen »nahmen die Tonstöße einen tonähnlichen Charakter an«,
fünf Tonstöße ergaben »deutliche Tonstöße von der richtigen Tonhöhe 176«.

2. Tonhöhe = 352 Tonstöße pro Sek.:
bei drei Tonstößen war die Tonhöhe »deutlich erkennbar«,

3. Tonhöhe = 704:
Der Ton der Stöße war »bei drei sowohl wie auch bei zwei geöffneten Löchern erkennbar. Man konnte die Tonhöhe bestimmen, würde den Ton dabei aber wahrscheinlich um ein oder zwei Oktaven (!) zu tief geschätzt haben«.

4. Tonhöhe = 352 (die einzelnen Perioden hatten gegeneinander Verschiebung der Phase):
bei zwei Löchern war »keine Spur von Toncharakter« zu hören,
drei Löcher ergaben »etwas tonähnliches im Geräusch«,
bei vier Löchern wurde die Tonhöhe »merklich«,
bei fünf Löchern war sie klar erkennbar.

Abraham hat die Versuche nachgeprüft und gefunden, daß auch bei ganz verstopfter Löcherreihe ein wenn auch schwacher Ton gehört wurde, dessen Tonhöhe der Anzahl der Korkstückchen entsprach. Dasselbe hat mir Krueger mündlich bestätigt. Abraham und Brühl (Lochsirene) kommen zu dem Ergebnis, »daß wir für höchste Töne mehr Schwingungen brauchen als für tiefere und daß die Höhengrenzen ziemlich proportional den absolut erforderlichen Schwingungszahlen wachsen.« Als Höhengrenzen werden angegeben

für	2	Schwingungen	die	Tonhöhe	3168
»	3	»	»	»	3960
»	4	»	»	»	5060
»	5	»	»	»	6000
»	10	»	»	»	7040.

Die Abhängigkeit dieses Ergebnisses von der Intensität wird stark betont. — Von den anderen Arbeiten unterscheidet sich die Abraham-Brühlsche durch die sorgfältige Registrierung der Geräusch-

bietung von zwei Schwingungen würde dagegen nicht nur eine schwächere, sondern vor allem eine kürzere Empfindung erzeugen, so daß ihrer qualitativen Wiedererkennung Schwierigkeiten erwachsen können.

erscheinungen. Leider waren die objektiven Geräusche so stark, daß eine hinreichende Isolation des subjektiven Faktors, der zweifellos vorhanden war, unsicher bleibt.

Kohlrausch lies ein Stück Zahnrad durch ein fallendes Pendel an einem Kartenblatt vorbeischlagen und erzeugte durch die Anzahl der Zähne die gewünschte Anzahl von Impulsen. Er fand zwei Impulse als hinreichend. Doch lassen sich aus diesen Versuchen keine zwingenden Schlüsse ziehen. Durch die Interruptionen wird der Ton in seiner Qualität stark verändert. Nachschwingungen, Eigentöne und Obertöne des Kartenblattes und der Apparate sind schwer zu isolieren. Die wechselnde Geschwindigkeit des fallenden Pendels verleiht den einzelnen Impulsen verschiedene Energie. Die ersten Schwingungen einer zum Tönen gebrachten Tonquelle benutzten auch von Kries und Auerbach, sowie Martius bei ihren Reaktionsversuchen. Ihre Ergebnisse hängen zum Teil von psychologischen und zentralphysiologischen Bedingungen ab und können daher zur physiologischen Interpretation elementarer Sinneserlebnisse nicht ohne weiteres verwandt werden.

Eine eigenartige Methode finden wir bei Exner und Pollak (vgl. Lit.). Sie benutzten rotierende Stimmgabeln und bestimmten die Zahl der Umdrehungen, bei welcher die durch schnellere Rotation auch immer schneller eintretende Phasenverschiebung den gleichzeitig immer leiser werdenden konstanten Ton gerade auslöschte. Die Schwingungen wurden entweder dem Ohre direkt zugeführt oder durch ein Telephon weitergeleitet. Im ersten Fall (starke Töne) genügen »zur Wahrnehmung des Tones nährungsweise zehn bis zwölf Schwingungen, ob derselbe eine Höhe von 240 oder nur von 160 hat. Bei der zweiten Versuchsreihe (schwache Töne), welche Töne von 240 bis 384 Schwingungen umfaßt, sind zur Erkennung derselben nährungsweise 13 Schwingungen erforderlich«. Die größere Anzahl der nötigen Schwingungen glaube ich dem Umstand zuschreiben zu müssen, daß die Untersuchungen einfache Schwingungen einer Stimmgabel zur Voraussetzung hatten.

Den Untersuchungen von Hensen, welche mit den Ergebnissen dieser Arbeit in engster Beziehung stehen, werden wir am Schlusse ein besonderes Kapitel widmen.

b. Die Versuche mit konstanter Tonerzeugung.

Die Versuche mit konstanter Tonerzeugung erfordern eine viel größere Differenzierung der Versuchsanordnung als die Versuche mit plötzlicher Tonerzeugung, zumal wenn man die Intensität hinreichend berücksichtigt. Die hauptsächlichsten Schwierigkeiten sind folgende:

1. Schalldichter Abschluß des konstant klingenden Tones vom Beobachter;
2. Herstellung geräuschloser Tonquellen, deren subjektive Intensität innerhalb einer bestimmten Grenze beliebig variiert werden kann, ohne daß die objektive Intensität, d. h. die Amplitude des schwingenden Körpers geändert wird;
3. Ausschaltung aller objektiven Geräusche;
4. Herstellung genau meßbarer Zeitminima durch möglichst exakte momentane Öffnung und Schließung der Schalleitung;
5. Ausschaltung der Knochenleitung.

Die bisherigen Untersuchungen haben diese Schwierigkeiten der Technik mehr oder minder vollkommen zu lösen versucht. Die Versuchsergebnisse zeigen durchweg eine größere Anzahl von nötigen Schwingungen als bei der oben besprochenen Methode, sie variieren auch innerhalb viel weiterer Grenzen. Diese Variation ist vor allem bedingt durch die mehr oder minder unvollkommene Öffnung und Schließung der Leitung. Die älteste Arbeit ist die von Villari und Marangoni (vgl. Lit.). Sie fanden die Zahlen:

Tonhöhe:	288 Schwingungen	640	1280	
Schwelle:	3,3 »	5,0	6,8	für leise Töne
	2,7 »	4,5	5,8	für starke Töne.

Der Wert dieser Zahlen liegt in ihren relativen Verhältnissen. Starke Töne brauchen weniger Schwingungen als leise Töne gleicher Tonhöhe.

Mach stellte Verschluß und Öffnung der Leitung durch ein rotierendes, mit einem Ausschnitt versehenes Rad her. Er fand folgendes Resultat: »Erhält das Ohr zu wenige Schwingungen, so nimmt man keinen Ton mehr wahr, sondern einen kurzen trockenen Schlag, an dem man keine Tonhöhe mehr unterscheidet. Ein tiefer Ton von 256 einfachen Schwingungen war erst bei vier bis fünf

Schwingungen als Ton von bestimmter Höhe erkennbar, bei zwei bis drei Schwingungen gab er bloß einen trockenen Schlag. Bei tiefen Tönen treten die Obertöne (!) deutlich erkennbar hervor, wenn der Grundton durch die Kürze seiner Dauer bereits unkenntlich ist«.

Exner benutzte durch Resonatoren verstärkte elektrische Gabeln. Durch einen von der Atwoodschen Fallmaschine getriebenen Rahmen wurde für kurze, variable und meßbare Zeiten Verschluß und Öffnung eines Schlauches hergestellt. Bei der Tonhöhe 128 gaben 17, bei der Tonhöhe 64 gaben 16,8 Schwingungen »die erste Spur einer Tonempfindung«. Der tiefere Ton braucht also doppelt soviel Zeit als der höhere. Den Tonwellen, die in das Ohr geleitet wurden, ging eine mächtige Talwelle voraus, welche beim Aufschnellen des zugequetschten Schlauches entstand und eine intensive Gehörsempfindung (dumpfer Stoß) auslöste. Diese Abklemmung eines Schlauches ist übrigens eine wenig exakte Form des Verschlusses.

Rudolf Schulze regulierte die Zeit der Einwirkung durch ein schweres Pendel, das eine in den Schlauch eingeschaltete Hahnvorrichtung öffnete und schloß[1]). Er untersuchte die Tonhöhen von 64 bis 360. Die Zahlen differieren sehr stark in den verschiedenen sukzessiven Übungsperioden und sind zuletzt außerordentlich klein (1,8 Schwingung!)[2]). Ähnlich geringe Zahlen fanden Cross und Maltby bei ihren Telephonuntersuchungen (für C^1 0,88, für C^2 1,78 Schwingung). Doch ist die Versuchsanordnung ganz unrein. Die niedrigen Schwellenwerte sind höchstwahrscheinlich durch Eigentöne der Telephonplatte bedingt.

---

[1]) Vgl. die Beschreibung der Anordnung bei Wundt, Physiol. Psychologie II[5] 1902, S. 81 u. 91 und R. Schulze, Wundt, Phil. Stud. Bd. 14, S. 471.

[2]) Die Resultate seiner nicht selbständig veröffentlichten Versuche über die Zeitschwelle siehe Wundt, Phys. Psych. a. a. O. Da bei seinen Versuchen, wie oben erwähnt, die Unwissentlichkeit des Verfahrens strenge eingehalten war, beruhen seine kleinen Zeitwerte wahrscheinlich vor allem auf der größeren Intensität der Reize. Dazu kommt noch ein Nachhallen des Tones in der langen Leitung und die in seiner Eichung nicht inbegriffene Zeit kurz vor und nach der vollen Öffnung des Hahnes, in der, wie Schulzes Protokolle selbst angeben, der Ton nicht völlig abgeschlossen war.

III. Die Versuchsanordnung.

Die folgenden Untersuchungen wurden ausgeführt im Psychologischen Institut Leipzig in der Zeit von WS. 1904/5 bis WS. 1905/6. Dem Direktor des Instituts Herrn Geheimrat Professor Dr. Wundt bin ich für die freundliche Unterstützung und das Interesse, welches er meiner Arbeit entgegenbrachte, zu großem Dank verpflichtet, ebenso Herrn Professor Dr. Krueger, unter dessen Leitung die Versuche ausgeführt wurden. Auch allen Herren, die als Versuchspersonen an der Arbeit teilnahmen, danke ich noch einmal an dieser Stelle, vor allem Herrn Professor Dr. Bazala und Herrn stud. Kästner, ohne deren bereitwillige Mitarbeit ein großer Teil der zeitraubenden Versuche nicht hätte ausgeführt werden können[1]).

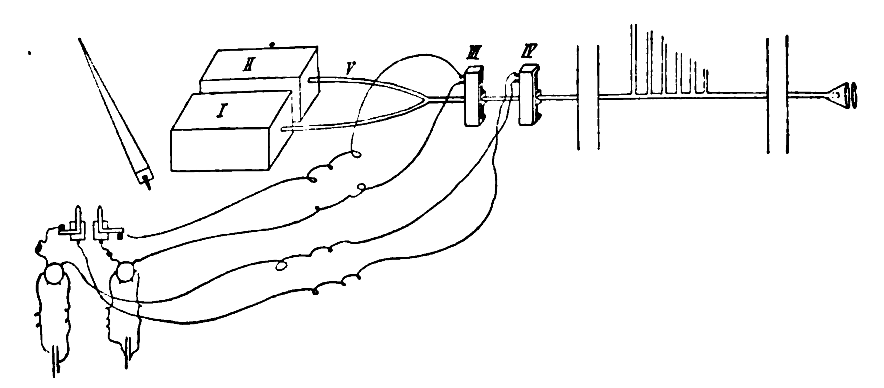


Fig. 1. Schematische Darstellung der Gesamtanordnung.

Für die Anordnung standen mir drei Räume zur Verfügung, welche in einer Flucht am Ende des Laboratoriums lagen. Das mittlere Zimmer war das sogenannte Stillzimmer (genaue Beschreibung bei Krueger, Philosophische Studien Bd. 18). Das Beobachterzimmer ging auf den Hof hinaus, dessen Geräusche im dritten Stockwerk nicht zu hören waren. 1,50 m über dem Boden befand sich eine runde Öffnung zum Durchlegen der Schalleitung. Die Leitungsrohre (Messing) waren in ihrer ganzen Länge umgeben von einer dichten

[1]) Versuchspersonen waren außer den genannten die Herren Dr. Vancauvelaert, Dr. Reuther, Dr. Spearmann, Dr. Ségal, stud. Kafka, stud. Clément, stud. Ziembinski, stud. Stefanowski, stud. Nikitin.

Wattepackung, die sich an den Durchbruchsstellen zu großen Bäuschen erweiterte. Die Versuchsanordnung hat im Laufe der ersten zwei Semester kleinere und größere Umänderungen erfahren. Es würde viel zu weit führen, diese Abänderungen im einzelnen anzuführen. Ich begnüge mich damit, die Versuchsanordnung in ihrer endgültigen Form zu beschreiben, indem ich die zu überwindenden Schwierigkeiten der Reihe nach bespreche.

a. Isolation des Tones.

Die Tonquellen (el. Stimmgabeln) standen in länglichen Holzkisten (vgl. Fig. 1, *I* und *II*). Diese waren inwendig quadratisch mit Eisenblech ausgeschlagen, dessen Ränder und Ecken verlötet wurden. Zwischen den sehr starken Holzwänden und dem Eisenblech befand sich eine 2 mm dicke Pappschicht. Eine an den Rändern mit Polstern versehene Klapptür schloß den Kasten. Zur Aufnahme der Schallwellen diente ein runder, durch Zeug völlig gedämpfter Eisenblechtrichter (Fig. 6, *a*). Diese Untersuchung hat aufs neue bewiesen, daß die Isolation akustischer Wellen eins der schwierigsten Kapitel der physikalischen Akustik ist. Trotzdem zwischen dem Beobachter- und dem Experimentatorzimmer das Stillzimmer lag, konnte nicht in allen Fällen ein schalldichter Abschluß erzielt werden. Die tiefen Töne können viel weniger isoliert werden als die hohen Töne. Umgekehrt verloren in der Schalleitung die tiefen Töne viel stärker an Intensität als die hohen Töne. Es war unmöglich, mittelstarke tiefe Stimmgabeltöne von direkter Leitung zu isolieren, andererseits sank die Intensität leiser tiefer Stimmgabeltöne innerhalb der Leitung sehr schnell unter die Grenze des Hörbaren. Ein großer Teil der Versuchsreihen mit tiefen Tönen mußte abgebrochen oder von der Verwertung zu Schwellenbestimmungen ausgeschlossen werden. Das Optimum der Intensität mußte vor jeder Versuchsreihe neu bestimmt werden. Oft trat der Fall ein, daß der Ton nicht mehr direkt, d. h. bei geschlossener Leitung gehört wurde, bei offener Leitung aber zu schwach war, um noch brauchbar zu sein. Es kam vor, daß die Störungen durch direkte Leitung erst während der Versuche hervortraten, indem der Beobachter, der die Tonhöhe des Reizes nicht kannte, den Ton »irgendwo in der Umgebung« zu hören glaubte, sobald die Schwelle überschritten war. Qualitativ zeigten

sich derartige Störungen in starken Kontrasterscheinungen. — Ganz anders verhielten sich die hohen Töne. Mittelstarke hohe Töne von der Tonhöhe 256 wurden nur selten, von der Tonhöhe 384 und höhere nie direkt gehört.

b. Die Tonquellen.

Als Tonquellen dienten elektrische Gabeln neuester Konstruktion von Zimmermann. Die Tonhöhen waren 128, 256, 384, 512 und 640 Schwingungen. Die Gabel 640 mußte aber schließlich ausgeschaltet werden, da die Intensität auch bei starken Strömen unterhalb der brauchbaren Grenze blieb. Die Kontakte waren Trockenkontakte (Platindrähte). Die Gabeln 384 und 512 funktionierten ausgezeichnet. Die Gabeln 128 und 256 störten oft den Gang der Versuche dadurch, daß die Kontakte infolge der starken Amplituden verbogen wurden, wenn sie nicht gar, was oft vorkam, brachen. Am besten bewährte sich ein Kontakt, der einmal schleifenartig gebogen durch innere elastische Kräfte beim Anschlagen nach oben ausweichen konnte und an der Anschlagstelle in ein dünnes Blättchen auslief (vgl. Fig. 2). Der Unterbrechungsfunke und damit das an der Unterbrechungsstelle entstehende Geräusch wurde regelmäßig durch eine Nebenleitung mit starkem Widerstande beseitigt (vgl. Helmholtz, L. v. d. T. Anhang). Die Gabeln waren auf festen Holzbrettern montiert und zur Verstärkung der Resonanz von an der einen Querseite offenen Resonanzkästen überdeckt. Die durch das Aufschlagen der Kontakte entstehenden Nebengeräusche wurden von der Leitung völlig absorbiert, der Beobachter hörte ruhig klingende reine Stimmgabeltöne. Im allgemeinen klangen die Gabeln, was für die Hauptversuche unerläßlich ist, ungestört und ohne merkliche Intensitätsschwankungen halbe bis ganze Stunden fort. Die Störungen traten immer im Verlauf längerer Reihen auf.

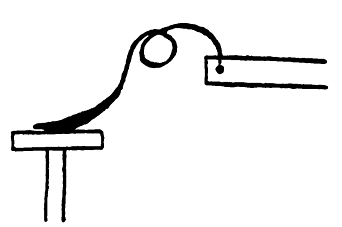


Fig. 2. Kontakt der elektrischen Stimmgabeln.

c. Die Tachistophone.

Zur Herstellung meßbarer Zeitminima bei möglichst exakter momentaner Öffnung und Schließung der Leitung dienten die beiden

von Krueger und Wirth konstruierten »Tachistophone« (Fig. 1, *III* und *IV*; Fig. 3). Die Konstruktion ist folgende: Innerhalb eines Eisenrahmens *a* befindet sich ein massiver Messingschlitten *b*, in welchem ein längliches Kästchen *c* aus Ebonit hinauf- und hinuntergleitet. Der Schlitten ist sorgfältig aus gehärtetem Stahl gearbeitet und das Kästchen gleitet geräuschlos. Die Schlittenwand, sowie das Kästchen sind zur Aufnahme je eines Rohrstückchens *e* von der Weite des Leitungsrohres durchbrochen. Im Hintergrunde des Kästchens wie im Hintergrunde der Schlittenwand befindet sich je eine dünne Platte, die mit sehr geringem Zwischenraum aneinander vorübergleiten und einen kleinen viereckigen Ausschnitt haben. Der Ausschnitt in der Schlittenwand ist 3 mm in der Horizontallinie lang, 1 mm breit; der Ausschnitt in der Hinterwand des Kästchens ist 1 mm breiter. Bei geschlossenem Strom wird das Kästchen vom Magneten angezogen, bei geöffnetem Strom von den beiden Federn, deren Spannkraft durch eine Schraube vergrößert und verringert werden kann, herabgerissen. Bei der Ausgangsstellung (Kästchen angezogen) stehen die beiden Ausschnitte im ersten Tachistophon wie in Fig. 4, im zweiten Tachistophon wie in Fig. 5. Beim ersten Tachistophon ist also die Leitung geschlossen, beim zweiten Tachistophon offen. Getrennte Stromkreise (Fig. 1) verbinden jedes Tachistophon mit den Hebelkontakten eines Pendels (s. u.). Öffnen wir nun durch Fallenlassen des Pendels nacheinander beide Stromkreise, so fallen beide Kästchen nacheinander herab. Beim ersten Tachistophon schiebt sich die Öffnung des Kästchens über die Öffnung der Schlittenwand, es entsteht Öffnung der Leitung; beim zweiten Tachistophon wird die Öffnung der Schlittenwand geschlossen, es entsteht Schluß der Leitung. Während der Zeit, die zwischen dem

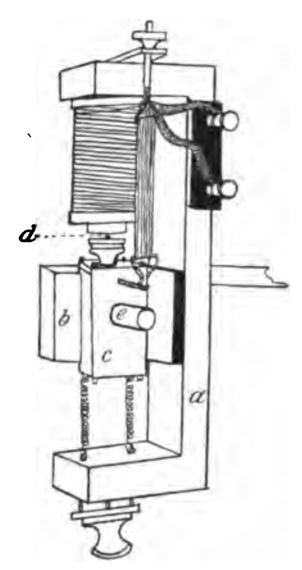


Fig. 3. Tachistophon (1/2 der natürlichen Größe).



Fig. 4. Fig. 5.
Verschluß und Öffnung im ersten und zweiten Tachistophon bei Ausgangsstellung.

Fallen des ersten und zweiten Kästchens liegt, ist die ganze Leitung geöffnet. Die Falldauer des Kästchen betrug bei beiden Tachistophonen, wie graphisch festgestellt wurde, 2 bis 3 σ. Eine noch weitere Steigerung der Geschwindigkeit würde durch stärkere Federspannung leicht zu erreichen sein, hätte aber wenig Zweck, da schon die geringste Öffnung den Ton in maximaler Stärke hören läßt. Andrerseits entstehen durch die starke Hemmung der Bewegung Knallgeräusche. Die Hemmung wurde hergestellt durch entgegenwirkende Gummibänder verschiedener Spannung. Durch empirisches Ausprobieren wurde das optimum, d. h. diejenige Spannung der hemmenden Gummibänder bestimmt, welche das Geräusch verschwinden lies. Um Eigentöne der Federn zu verhindern, wurden diese mit kleinen Wattebäuschen umgeben. Die Geräusche, welche beim Öffnen des Stromes an den sich berührenden und nunmehr plötzlich auseinander gehenden Eisenteilen des Magneten und des Kästchens entstanden, wurden dadurch beseitigt, daß in die Eisenplatte des Kästchens ein kleiner Stift *d* eingelassen und dadurch die Berührungsflächen auf ein Minimum reduziert wurden.

Große Schwierigkeit bot die Ausschaltung des Knallgeräusches, welches bei Öffnung oder Schluß der Tachistophone an die im Innern des Apparates entstehende und sich bis zum Ohr des Beobachters fortpflanzende Luftwelle gebunden war. Das Knallgeräusch wurde auf folgende Weise beseitigt. Beim Niederfallen des Tachistophons wurde gleichzeitig die Öffnung eines kleinen durch die Schlittenwand nach außen führenden Kanals freigelegt. Dadurch konnte sofort ein Ausgleich der Luftspannung nach außen stattfinden und das Entstehen eines Knalles wurde verhindert. Das Entstehen einer schwachen Luftdruckwelle konnte dagegen nicht verhindert werden. Gelegentlich behaupteten meine besten Versuchspersonen, wenn ich die Tachistophone ohne Ton fallen lies, eine leise Geräuschempfindung wahrzunehmen. Sie beschrieben diese Empfindung als »leise Hauchempfindung«, »nur mit größter Anstrengung hörbares Geräusch, taktil«, »sehr leises ph« u. a. Auf jeden Fall darf behauptet werden, daß für die im folgenden verwerteten Versuchsreihen die Anordnung für den Beobachter geräuschlos funktionierte, daß alle durch die Bewegung der Apparate bedingten objektiven Geräusche beseitigt waren.

d. Die Abstufung der Hörzeiten.

Die Zeiten, welche zwischen dem Fallen des ersten und dem des zweiten Tachistophons verflossen, wurden variiert durch ein schweres, sehr exakt funktionierendes Kontaktpendel mit Schneidelager, welches im Zimmer des Experimentators stand. Die beiden Kontakte, welche die durch die Elektromagneten der Tachistophone gehenden Ströme schlossen und öffneten, konnten auf einer Millimeterskala gegeneinander verschoben werden. Als Stromquellen dienten sowohl für die Tachistophone als auch für die Stimmgabeln Akkulumatoren.

Die exakte Bestimmung der Zeitwerte geschah in folgender Weise. Die Kästchenröhre (Fig. 3, e) des ersten Tachistophons wurde durch ein Stück Schlauch, die Schlittenröhre des zweiten Tachistophons gleichfalls durch ein längeres Stück Schlauch verlängert. Das letztere endete in den von Krueger und Wirth zu phonetischen Versuchen konstruierten Kehltonschreiber (Psychol. Stud. I, S. 103), dessen Membran und darauf liegende Borste auf die geringsten Druckschwankungen reagierte. Brachte man die Borste an eine von Rußpapier umhüllte rotierende Trommel und rief man gleichzeitig durch Hineinblasen in den anderen Schlauch vor dem geschlossenen, ersten Tachistophon einen Luftdruck hervor und ließ dann das Pendel und dadurch die Tachistophone fallen, so konnte man die Größe der Zeit an der Kurve einer mit der Borste in gleicher Vertikalebene schwingenden elektrischen, mit einer Borste versehenen Stimmgabel ablesen. Die Zahl der Schwingungen, welche der Erhöhung der Kehltonschreiberlinie parallel liefen, ergab die Größe des Zeitintervalls. Korrigiert werden müßten die gefundenen Zahlen dann noch durch Addition der Differenz der Zeiten, in welcher die Luftdruckwelle und die Schallwelle vom ersten Tachistophon zum zweiten gelangte, da die Öffnung der Leitung beim ersten, der Schluß beim zweiten Tachistophon eintrat. Die unten angegebenen Hörzeiten sind also noch ein wenig zu klein. — Kontrolliert wurden diese Zeitbestimmungen durch eine direkte Eichung des Pendels, indem die beiden Kontakte je mit einem elektromagnetischen Zeitschreiber verbunden wurden, welche die Öffnung der Stromkreise auf eine rotierende berußte Trommel markierten. Die Schwingungskurve einer mit den beiden Zeitschreibern in gleicher Vertikalebene schwingenden

elektrischen Gabel lieferte die Größe des Zeitintervalls, welches dann noch wie oben korrigiert werden mußte.

e. Die Knochenleitung.

Das Leitungsrohr endete im Beobachterzimmer in einen Trichter aus. Der Rand des Trichters war umgeben mit einem Gummischlauch. Legte man das Ohr an diesen Trichter, so hörte man bei geöffneter Leitung den Ton bedeutend lauter als in einiger Entfernung. Die Verstärkung war wesentlich durch direkte Knochenleitung bedingt. Die Knochenleitung aber muß ausgeschaltet werden, weil sie für verschieden hohe Töne verschieden wirkt. Es wurde daher, völlig unabhängig vom Trichter, auf einem besonderen Stativ, ein eiserner Ring von 10 cm Durchmesser, 2 cm vom Trichterrand, 5 cm von der Öffnung der Schallleitung (die Schallleitung ragte etwas in den Trichter hinein) entfernt, senkrecht zur Richtung der Schallleitung, parallel zum Trichterrand sicher befestigt. Der Beobachter legte seinen Kopf so an den Ring, daß die Ohrmuschel ungefähr in der Mitte war. Dadurch wurde erstens die direkte Knochenleitung ausgeschlossen und zweitens erreicht, daß das Ohr immer in gleicher Entfernung von der Trichtermündung blieb.

f. Die Intensität.

Da diese Untersuchung zu dem Zwecke unternommen wurde, verschiedene Tonhöhen bei gleicher subjektiver Intensität zu untersuchen, so mußten Einrichtungen getroffen werden, um 1. zwei gleichzeitige Töne genügend isolieren und sie kurz nacheinander dem Beobachter darbieten zu können, 2. die Intensität des subjektiv in bezug auf Intensität anzugleichenden Tones beliebig variieren zu können.

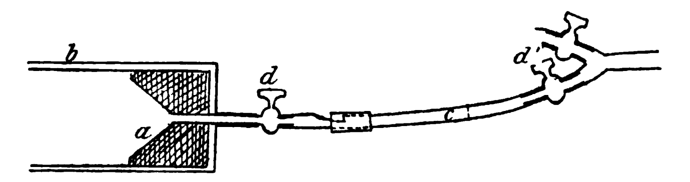


Fig. 6. Teilrohr mit Intensitätsvariator.

Die erste Forderung erfüllten die beiden oben beschriebenen Kasten. (Fig. 1, *I* und *II*, Fig. 6 *b*.) Sie waren durch ein Gabelrohr (Fig. 1,

V, Fig. 6, *c*) mit der Hauptleitung verbunden. Jedes der beiden Teilrohre hatte am Anfang und kurz vor der Vereinigung mit dem anderen Teilrohr je einen Hahn (Fig. 6, *d* und *d'*) um die Leitung dicht abschließen zu können. Der zweite Hahn (*d'*), diente gleichzeitig dazu, eine Interferenzwirkung des Teilrohres zu verhindern. Die zweite Forderung wurde in vollkommener und einfacher Weise erfüllt durch einen dreieckigen 2 cm langen Ausschnitt in jedem Teilrohr, dessen Öffnung durch einen hin- und herzuschiebenden Mantel von Messing vergrößert und verringert werden konnte. Vollständige Öffnung bewirkte trotz Öffnungsstellung der Tachistophone vollständige Auslöschung des Tones für den Beobachter. Der einzige Mangel bestand darin, daß die Intensitätsschwankungen auch bei sehr geringem Hin- und Herschieben außerordentlich groß waren, sodaß es sich empfehlen dürfte, künftig die Bewegung des Mantels durch eine Mikrometerschraube zu bewirken.

g. Die Interferenz.

Der von Krueger (Philos. Studien 17, 223) beschriebene Interferenzapparat war im sogenannten Stillzimmer in die Hauptleitung eingefügt. Die Interferenzröhren wurden so eingestellt, daß bei den Tönen mittlerer Tonhöhe die beiden ersten Obertöne durch je drei Röhren, bei den tiefen Tönen (128 Schw.) durchweg die ersten vier Obertöne ausgelöscht wurden.

IV. Die Methode.

Den Untersuchungen zu Grunde gelegt wurde die Methode der Minimaländerungen. Das Zeichen zum Beginn jedes einzelnen Versuches wurde durch ein elektrisches Klingelsignal vom Beobachter gegeben. Fünf Sekunden vor Auslösung des Reizes (Fallenlassen des Pendels) erhielt dieser als Signal den trocknen, leisen Schlag einer gedämpften elektrischen Glocke. Darauf beschrieb der Beobachter die qualitative Beschaffenheit des Gehörten und bestimmte die Tonhöhe an einem großen Königschen Monochord. Bei der ersten Minimalreihe wurde beim kleinsten Zeitintervall (= 0) angefangen, und das Intervall solange vergrößert, bis der Ton deutlich gehört wurde. Als Einheit der Intervallvergrößerung wurde das

Millimeter auf der Pendelskala festgehalten. Sobald der Beobachter den Ton hörte, wurde die Reihe abgebrochen und nunmehr an diesen jetzt konstant dargebotenen Ton ein anderer höherer oder tieferer in bezug auf Intensität angeglichen. Die Töne konnten innerhalb der Leitung bei dauernd geöffneten Tachistophonen durch Schluß und Öffnung der Hähne in den Zweigleitungen abwechselnd gegeben werden. Die Umschaltung des Interferenzapparates erforderte einige Zeit. Infolge fortschreitender Übung genügte später für die Vergleichung nur eine einmalige Darbietung des ersten Tones. Die Intensitätsvariation war durch den oben beschriebenen dreieckigen Ausschnitt leicht herzustellen. Sobald die Töne angeglichen waren, wurde mit dem zweiten Tone eine zweite Minimalreihe hergestellt, nunmehr von großen Hörzeiten bis o abschreitend. Es wurden auf diese Weise in Doppelreihen untersucht die Töne 384, 512 Schw. und 512, 384 Schw. und zwar beide von leiser und von mittelstarker Intensität. Tripelreihen wurden hergestellt von den Tönen:

leise: 128, 384, 512
mittelstark: 284, 384, 512

In diesen Tripelreihen wurden alle Einzelreihen, um gleichwertiges Material zu erhalten, mit allmählich aufsteigenden Hörzeiten untersucht und die Monochordbestimmung fortgelassen, da diese die Unkenntnis des Beobachters mit dem dargebotenen Tone zur Voraussetzung hat.

Untersuchungen mit allen vier Tönen anzustellen, verbot die starke Ermüdung des Beobachters, welche vor allem durch die angestrengte Beobachtung bedingt war.

Bei allen Einzelreihen wurde am Anfang oder Schluß, je nachdem mit ansteigenden oder absteigenden Hörzeiten gearbeitet wurde, die Hörzeit o ohne Ton (Leitung durch Hähne verschlossen) dargeboten. Auf diese Weise konnte der Zustand der Tachistophone beständig kontrolliert werden. Veränderungen in den Spannungen der Gummibänder (s. o.) verrieten sich durch Geräuscherscheinungen, welche durch Änderung der Spannungsverhältnisse jeweils beseitigt wurden.

Um das im einzelnen innegehaltene Verfahren zu veranschaulichen, teile ich im folgenden im Wortlaut mit die Protokolle von zwei vollständigen Versuchsreihen. Das erste enthält zwei Reihen der Töne

384 und 512 und stammt von Herrn Professor **Bazala**. Das zweite enthält drei Reihen der Töne 256, 384 und 512 und stammt von Herrn Dr. **Kafka**.

I.

Monochord: 384 Schw. = 36,8 cm.
Tonhöhe: 384. Intensität: mittelstark.

Reihenfolge der Versuche	Pendel			Monochord		
	mm	σ	Schw.	cm	Schw.	
1	☐[1])	0	0			nichts,
2	gl[1])	0	0			Geräusch??
3	12	6,3	2,43			Geräusch, sehr kurz, explosivartig,
4	14	29,4	11,34			» schlagartig, etwas tonartig,
5	16	43	16,5			unklares tonartiges Geräusch, kurz,
6	18	54,6	21	37,8	373 +	klares tonartiges Geräusch,
7	20	64	24,6	37,4	377 +	Ton unklar, etwas geräuschvoll,
8	22	74	28,5	38,0	373 +	Ton am Ende geräusch- und explosivartig.
9	24	85	32,7	37,0	381 +	» » » » » »
10	26	94,5	36,45	37,6	375 +	kurzer Ton, ziemlich stark,
11	28	105	40,5	37,0	371 +	Ton, am Ende nicht geräuschlos.
	Tonhöhe: 512.					
1	28	105	54			kurzer Ton, Ausgang nicht geräuschlos,
2	26	94,5	48,6			» » , Ausgang abgebrochen, leiser,
3	24	85	43,6			ganz kurzer Ton, leise aber doch hörbar,
4	22	74	38			Ton verliert sich in einem ziemlich lauten Explosivgeräusch,
5	20	64	32,8			Ton sehr geräuschvoll endend,
6	18	54,6	28			Geräusch tonartig, abgebrochen, leise und kurz,
7	16	43	22			Geräusch tonartig und explosiv,
8	14	29,4	15,12			ganz leises abgebrochenes dumpfes Geräusch (Schlag),
9	12	6,3	3,24			Geräusch kaum hörbar,
10	gl	0	0			?
11	☐	0	0			nichts,

II.

Tonhöhe = 256. Intensität: mittelstark.

Reihenfolge der Versuche	Pendel			
	mm	σ	Schw.	
1	☐	0	0	nichts,
2	gl	0	0	Geräusch?
3	12	6,3	1,62	Geräusch (P-Laut),

[1]) ☐ bedeutet: Hörzeit 0 bei geschlossenen Hähnen (ohne Ton),
gl » : » 0 » offenen » (mit Ton).

Reihenfolge der Versuche	Pendel mm	σ	Schw.	
4	14	29,4	7,56	Geräusch mit leisem hellen Beiklang.
5	16	43	11	» » P-Laut ohne jeden Beiklang,
6	18	54,6	14	» » dumpferem Beiklang,
7	20	64	16,4	» : P-K„ Toncharakter schon deutlicher,
8	22	74	19	noch kein ausgesprochener Ton, aber deutlich Toncharakter,
9	24	85	21,8	Toncharakter wieder etwas undeutlich,
10	26	94,5	24,3	Geräusch: T-T, dazwischen Ton wie erstickt,
11	28	105	27	noch kein reiner Ton,
12	30	117,6	30,24	Ton deutlich, daneben zwei labiale Geräusche.
				Tonhöhe = 384.
1	□	0	0	nichts,
2	gl	0	0	Hauch,
3	12	6,3	2,43	nichts,
4	14	29,4	11,34	nichts,
5	16	43	16,5	Geräusch, dumpf,
6	18	54,6	21	» , bereits ein gewisser tonartiger Beiklang,
7	20	64	24,6	Hauchartiger Ton zwischen zwei Labialgeräuschen,
8	22	74	28,5	Ton schon etwas deutlicher,
9	24	85	32,7	zuerst ein Explosivlaut, dann ein Ton,
10	26	94,5	36,45	Ton zuerst, dann ein Explosivgeräusch,
11	28	105	40,5	leiser Ton.
				Tonhöhe = 512.
1	□	0	0	hauchartiges Geräusch,
2	gl	0	0	nichts,
3	12	6,3	3,24	h
4	14	29,4	15,12	h
5	16	43	22	bereits eine Spur von Toncharakter,
6	18	54,6	28	ganz leiser hauchartiger Ton zwischen zwei Labiallauten,
7	20	64	32,8	Ton deutlicher,
8	22	74	38	» »
9	24	85	43,6	Ton ganz deutlich, wenn auch leise.

In der ersten Reihe des ersten Protokolls wird der Ton 384 durchweg am Monochord zu tief bestimmt. In der ersten Reihe (384) liegt das erste Auftauchen tonartiger Qualitäten zwischen zwei und elf Schwingungen. In der zweiten Reihe (512) sind 15 Schwingungen kaum noch als Geräusch wahrnehmbar.

Im zweiten Protokoll finden wir bei steigender Tonhöhe eine Abnahme der zur Wahrnehmung tonartiger Qualitäten nötigen Hörzeiten

(64 σ, 54,6 σ, 43 σ). Die Zahl der nötigen Schwingungen dagegen steigt mit wachsender Tonhöhe (16,4; 21; 22).

V. Die quantitativen Ergebnisse.

Die Schwelle wurde in jeder Reihe dort als erreicht angenommen, wo zum ersten Male etwas »tonartiges«, eine »Tonfärbung« usw. im Gesamterlebnis zu konstatieren war. Für die Berechnung der Schwellen wurden endgültig, als unter hinreichend gleichen Bedingungen stehend verwertet:

von mittelstarken Tönen					Summe
6 Tripelreihen der Töne	256	384	512		18 Reihen
12 Doppelreihen » »		384	512		24 »
13 » » »			512	384	26 »
1 Einzelreihe des Tones			512		1 »
von leisen Tönen					
4 Tripelreihen der Töne	128	384	512		12 »
1 Doppelreihe des Tones	128	384			2 »
5 Doppelreihen » »		384	512		10 »
3 » » »			512	384	6 »
					99 Reihen.

Die Berechnung der Schwellen geschah in der Weise, daß von den Tonhöhen 128, 256 die Schwellen direkt durch Mittelziehung, von den Tonhöhen 384, 512 aus den Reihen mit aufsteigenden Hörzeiten die untere, aus den Reihen mit absteigenden Hörzeiten die obere Schwelle bestimmt und dann aus beiden Schwellen die mittlere Schwelle bestimmt wurde.

Im Mittel ergaben sich folgende Werte:

	leise:		mittelstark:	
Tonhöhe	σ	Schw.	σ	Schw.
128	94,6	12,1088		
256			69,08 +	17,604
384	62,72	24,08	44,5 +	17,088
512	57,9	29,64	42,74	21,88

Die Störungen, welche durch direkte Leitung, durch zu geringe Intensität oder durch Brechen der Stimmgabelkontakte eintraten, haben verhindert, daß von den tiefen Tönen eine gleiche Anzahl von Reihen hat für die Schwellenbestimmung zur Verwendung kommen können. Die herrschenden Gesetzmäßigkeiten springen aber auch so deutlich hervor.

Zur Perzeption brauchen

1. Die leisen Töne bei gleicher Tonhöhe größere Hörzeiten und eine größere Anzahl Schwingungen als die mittelstarken Töne;
2. Die hohen Töne bei gleicher subjektiver Intensität kleinere Hörzeiten aber eine größere Anzahl Schwingungen als die tiefen Töne;
3. Bei gleicher subjektiver Intensität und bei steigender Tonhöhe erfolgt die Zunahme (Abnahme) der minimalen Schwingungszahlen (Hörzeiten) bei den tiefen Tönen schneller als bei den Tönen mittlerer Tonhöhe.

Eine Abweichung von der Regel 2 zeigen die Zahlen 17,604 und 17,088. Doch dürfte diese Abweichung verschwinden, wenn von 256 eine größere Zahl Reihen hätte verwertet werden können. Andrerseits ist sie ein Beweis für das langsame Steigen der zur Perzeption nötigen Anzahl Schwingungen bei den Tönen mittlerer Tonhöhe (vgl. Regel 3).

VI. Die qualitativen Ergebnisse.

a. Intensität.

Es bestätigt sich die auch von anderen Experimentatoren gefundene Tatsache, daß die Tonerregung mit der Hörzeit ansteigt. Unerwähnt gefunden habe ich in den früheren Arbeiten den Einfluß der Intensität auf die

b. Klangfarbe.

Der Verlauf der Klangfarbenänderung ist ein außerordentlich differenzierter. Bis zur vollen Apperzeption des Tones finden wir eine große Mannigfaltigkeit der verschiedensten Komplexqualitäten. Auf keinen Fall ist der Beginn einer Gehörsempfindung, die an einfache Schwingungen gebunden ist, immer ein Knallgeräusch. Die qualitative Beschaffenheit ändert sich nicht nur mit der Größe der Hörzeit, sondern auch mit der Intensität. Der charakteristische, durch die verschiedene Intensität bedingte Unterschied bleibt auch während des Verlaufs der leisen und mittelstarken Reihen bis zur vollen Apperzeption bestehen. Wir besprechen im folgenden die

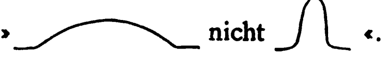
qualitativen Erscheinungen in der Reihenfolge, wie sie sich bei der Minimalmethode von der kleinsten Hörzeit an darbieten.

1. Reine Geräuschempfindungen (bis zur Schwelle).

Bei den kürzesten Hörzeiten wurden nur reine Geräusche wahrgenommen. Wir finden eine große Mannigfaltigkeit der verschiedensten Geräuscharten. Der Charakter der Geräuscherscheinungen bei mittelstarken Tönen ist spezifisch verschieden von den Geräuscherscheinungen bei leisen Tönen. Er ändert sich mit zunehmenden Hörzeiten in folgender Weise:

bei mittelstarken Tönen: (die Klammern fassen annähernd gleiche Hörzeiten zusammen)	{ »sehr leises ph« »abgerissenes Geräusch« »kurzes Schnappen« »ganz kurzer Knax«
	{ »unbestimmtes schlagartiges Geräusch« »P-Laut« »Schnalzlaut«
	{ »knallartiges Geräusch« »dumpfes Geräusch wie ein Schlag« »unbestimmtes Explosivgeräusch«
	{ »zwiespältiges Geräusch« »zweiteiliges Geräusch«
bei leisen Tönen:	»hauchartiges Geräusch« »kaum hörbares dumpfes Geräusch« »ganz schwaches Geräusch«

Der Gegensatz wird oft geradezu gegeben durch die Zeichen



Hieran schließen sich an die

2. Klanggeräusche (bis zur Apperzeption).

Eine noch viel größere Mannigfaltigkeit der Klangfarben finden wir in dem Reizgebiet von der Schwelle bis zur Apperzeption eines deutlichen Tones. Es findet sich ein kontinuierlicher Übergang vom Überwiegen des Geräusches in dem Klangganzen bis zum Überwiegen des Tones. Auch hier zeigen sich charakteristische Gegensätze zwischen mittelstarken und leisen Tönen, sowohl hinsichtlich der Mannigfaltigkeit, als auch in der Klangfarbe. Der Übergang

vollzieht sich in folgender Weise. (Die Klammern bedeuten wieder annähernd gleiche Hörzeiten):

bei mittelstarken Tönen:

»Geräusch mit Toncharakter«
»unklares tonartiges Geräusch«
»Geräusch dumpf, tongefärbt«

»hauchartige Tonfärbung«
»Ton umhüllt«
»ausgesprochene Tonfärbung«
»Ton, aber geräuschvoll«

»stoßartiger Ton«
»rauher Ton«
»schlagartiger Ton«
»abgerissener Ton«
»heiserer Ton«

»disharmonischer Ton«
»pfiffartiger Ton«

bei leisen Tönen:

»Klang in weiter Ferne«
»Ton leise verhüllt«
»ganz leises weiches Pfeifgeräusch«
»Spur von Ton, stärkere Hauchgeräusche«
»Ton mit Rauhigkeit«

Hinsichtlich der größeren qualitativen Mannigfaltigkeit unterscheiden sich auch die hohen Töne von den tieferen. Einer meiner besten Beobachter charakterisierte die qualitativen Erscheinungen bei leisen, tiefen Tönen als »diffuse Tastempfindungen«. Die Intensität des Tones ließe sich kaum von den anderen Klangbestandteilen absondern. Das ganze bildete eine größere »Einheit«.

c. Tonhöhe.

Die Tonhöhe wurde durchschnittlich unterschätzt, d. h. am Monochord zu tief bestimmt. Bei 512 Schwingungen betrug die Abweichung im Mittel acht Schwingungen nach unten (= 504), bei 384 Schwingungen betrug sie drei Schwingungen nach unten (= 381). Verschiedene gleichzeitig zusammenwirkende Faktoren können diese Tatsache erklären. Ein objektiver Grund kann gesehen werden in dem Unterschiede der Klangfarben zwischen dem Stimmgabelton und dem Vergleichston des Monochord. Es ist sichergestellt, daß derartige Klangfarbenunterschiede die Angleichung eines Tones sehr erschweren können. Subjektiv ließe sich diese Herabziehung der

Tonhöhe durch die assimilierende Wirkung gleichzeitiger tieferer Geräuschkomplexe verständlich machen. Doch läßt sich vielleicht auch eine objektive physiologische Erklärung geben, in dem Sinne, daß durch die ersten Schwingungen von einer bestimmten Frequenz tiefer abgestimmte Teile der Basilarmembran im weiteren Umfang erregt werden, als der Teil von gleich abgestimmter Frequenz (s. u.).

d. Physiologische Interpretation.

Es kann hier nicht der Ort sein, die viel umstrittene Frage zu erörtern, ob wir für die Geräusche ein besonderes nur Geräusche perzipierendes Organ besitzen. Es darf aber betont werden, daß die große Einheitlichkeit und der kontinuierliche Übergang aller Geräuscherscheinungen in mehr oder minder bestimmte Tonerlebnisse, wie wir oben gezeigt haben, es wahrscheinlich macht, daß auch die Schnecke, abgesehen von etwaigen anderen Organen, gleichfalls im stande ist, Geräuschempfindungen zu vermitteln. Ob die Schnecke im stande ist, auf diffuse äußere Reize, wie sie den Geräuschempfindungen zu Grunde liegen, zu reagieren, ist eine ganz andere Frage. Zur Perzeption objektiver Geräusche könnten immerhin besondere Organe vorhanden sein, ohne daß dadurch die Möglichkeit aufgehoben würde, daß in der Schnecke selbst auch durch regelmäßige objektive Schwingungen Geräuschempfindungen ausgelöst werden könnten. Es ist auch nicht einzusehen, welche physiologischen Gründe dagegen sprechen sollten. Nehmen wir mit Hensen an, daß die Cortischen Zellen mit ihren Stäbchen sich von der Cortischen Membran trennen und an sie wieder anstoßen müssen, damit eine Tonerregung physiologisch zu stande kommt, so würde die Zahl der sich nach dem zweiten Impuls abtrennenden Stäbchen keineswegs auf die spezifische Membranstelle gleicher Frequenz beschränkt sein. Wenn wir von den Obertönen absehen, so könnten alle Stäbchen, welche Empfindungen bis einschließlich der tieferen Quarte und der höheren großen Terz vermitteln, durch Summation der Energiegrößen gegen die membrana Corti anschlagen. Denn alle Fasern der Basilarmembran innerhalb dieser Zone müssen in dem Augenblick des zweiten Impulses gleiche Schwingungsrichtung nach der membrana Corti zu haben, wenn die Resonanzhypothese als richtig vorausgesetzt wird. Erst im Verlauf der weiteren Impulse treten dann bei allen Fasern

ungleicher Frequenz durch Interferenz, plötzlichen Phasenwechsel Störungen ein, während die Fasern gleicher Frequenz die zur Erregung einer Tonempfindung nötige Elongation erlangen und etwa noch vorhandene leise Geräuschempfindungen übertäuben. Daß die Erregung einiger weniger Fasern und die Gesamterregung einer ganzen Zone auch in der Empfindung spezifisch verschiedene Erlebnisse zur Folge haben, ist sehr wahrscheinlich. Die Tatsache, daß die Tonhöhe am Monochord durchschnittlich tiefer bestimmt wurde, scheint mir in der größeren Breite der unteren Geräuschzone (= Quarte) mitbegründet zu sein. Doch sind weitere Untersuchungen nach dieser Richtung hin notwendig.

VII. Die Versuche von Hensen.

Daß leisere Töne größere Hörzeiten brauchen, um wahrgenommen zu werden als die mittelstarken Töne gleicher Tonhöhe ist eine Gesetzmäßigkeit, welche in paralleler Weise auch in anderen Sinnesgebieten zur Geltung kommt. Ob diese Abhängigkeit der Zeitschwelle von der Intensität des Reizes wesentlich zentral oder peripher bedingt ist, läßt sich auf Grund der vorliegenden Versuche nicht entscheiden. Die Resonanzhypothese würde diese Tatsache erklären, insofern die zur Perzeption nötige Schwingungsamplitude der resonierenden Organe durch die geringere Summation bei leisen Tönen später erreicht wird, als bei lauten Tönen.

Das weitere Ergebnis, daß die Anzahl der nötigen Schwingungen bei gleicher subjektiver Intensität mit der Tonhöhe wächst, befindet sich in bemerkenswerter Übereinstimmung mit den Versuchen von Hensen (vgl. Lit.). Hensen fand bei schneller kontinuierlicher Erhöhung oder Vertiefung eines Tones und bei gleicher objektiver Tonstärke, »daß es bedeutend schwerer ist, die tiefen Töne auszulöschen, als die viel lauteren hohen Töne.« (Vgl. Kongreßbericht.) Hensen fand ferner, daß die hohen Töne bei langsamer Steigerung der Geschwindigkeit viel leichter an Intensität verlieren als die niedrigen Töne.

Bei gleicher objektiver Intensität und gleichen überschwelligen Hörzeiten hatten die hohen Töne eine größere Empfindungsintensität als die tiefen Töne. Verminderte man hier die Hörzeiten, so

erlangten die tiefen Töne nach Qualität und Intensität das Übergewicht. Sie beanspruchten also zu gleicher Merklichkeit weniger Schwingungen als die hohen Töne. Diese Tatsache muß sich in noch höherem Grade bei subjektiv gleicher Intensität geltend machen, da in diesem Fall die objektive Intensität bei den hohen Tönen geringer ist, als bei den tiefen Tönen.

VIII. Ergebnisse dieser Untersuchung.

Wir fassen die Ergebnisse dieser Untersuchung zusammen:

1. Zur Perzeption brauchen die leisen Töne bei gleicher Tonhöhe größere Hörzeiten und eine größere Anzahl Schwingungen als die mittelstarken Töne.
2. Zur Perzeption brauchen die hohen Töne bei gleicher subjektiver Intensität kleinere Hörzeiten, aber eine größere Anzahl Schwingungen als die tiefen Töne.
3. Bei gleicher subjektiver Intensität und bei steigender Tonhöhe erfolgt die Zunahme (Abnahme) der minimalen Schwingungszahlen (Hörzeiten) bei den tiefen Tönen schneller als bei den Tönen mittlerer Tonhöhe.
4. An die Perzeption weniger einfacher Schwingungen ist eine große Mannigfaltigkeit der verschiedensten Geräusche gebunden (reine Geräusche, Klanggeräusche). Diese Geräusche sind subjektiven Ursprungs und entstehen mit großer Wahrscheinlichkeit im Cortischen Organ (unter Voraussetzung der Resonanzhypothese).

Literatur.

Savart, F., Notes sur la sensibilité de l'organe de l'ouïe. Ann. de chim. et phys. 44, 384. (1830.)

Seebeck, A., Beobachtungen über einige Bedingungen der Entstehung von Tönen. Pogg. Ann. 53, 417. (1841.)

Ohm, G. S., Über die Definition des Tones, nebst daran geknüpfter Theorie der Sirene und ähnlicher tonbildender Vorrichtungen. Pogg. Ann. 59, 554. (1843.)

Helmholtz, H., Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik (1862). 5. Aufl. (1896).

Villari und Marangoni, Il nuovo Cimento 28 (2) I, 382. (1868.)
(Mir im Original nicht zugänglich gewesen.)

Mach, E., Physikalische Notizen. Lotos 23—25, 146. (1873—75.)

Exner, S., Zur Lehre von den Tonempfindungen. Pflügers Arch. XIII, 228. (1876.) Vgl. ibidem XI, 417. (1875.)

Kries, J. von, und Auerbach, F., Die Zeitdauer einfachster psychischer Vorgänge. Du Bois Reymonds Archiv für Physiologie (1877). 297.

Pfaundler, M., Über die geringste absolute Anzahl von Schallimpulsen, welche zur Hervorbringung eines Tones nötig ist. Sitzungsber. d. Wiener Akademie (1877). Math. nat. Cl. 76 (2) 561. (1878.)

Auerbach, F., Über die absolute Anzahl von Schwingungen, welche zur Erzeugung eines Tones erforderlich sind. Wiedemanns Ann. 6, 591. (1879.)

Oppel, Neue Entscheidungsversuche über das Zustandekommen einer Tonempfindung, insbesondere über das absolute Minimum der dazu gehörigen Schallimpulse. Kurzes Referat im Jahresber. d. physikal. Vereins zu Frankfurt a. M. (1879/80), 30.

Kohlrausch, W., Ein Beitrag zur Kenntnis der Empfindlichkeit des Gehörssinns. Wiedemanns Ann. 7, 335. (1879.)

——, Über Töne, die durch eine begrenzte Anzahl von Impulsen erzeugt werden. Wiedemanns Ann. 10, 1. (1880.)

Hensen, V., Physiologie des Gehörs. Hermanns Handbuch der Physiol. III, 2. (1880.)

Stumpf, C., Tonpsychologie Bd. I (1883). Bd. II (1890).

Mach, E., Beiträge zur Analyse der Empfindungen (1886), S. 117.

Martius, G., Über die Reaktionszeit und Perzeptionsdauer der Klänge. Philos. Studien VI, 394. (1890.)

——, Über den Einfluß der Intensität auf die Reaktionsdauer der Reize. ibidem VII, 469. (1891.)

Cross und Maltby, Proceed. Amer. Akad. Boston. 19, 222. (1891.)

Herronn, E. F. und Yeo, G. F., Notes of the Audibility of single Sound Waves, and the number of Vibrations necessary to produce a Tone. Proc. Roy. Soc. 50, 318. (1892.)

Schulze, Rudolf, Wundt: Physiologische Psychologie. 5. Aufl. II, 91. (1902.) — Über Klanganalyse. Wundt, Philos. Stud. 14, S. 471.

Abraham, O. und Brühl, L., Wahrnehmung kürzester Töne und Geräusche. Z. für Ps. u. Phys. d. S. 18, 207. (1898.)

Abraham, O. und Schaefer, K. L., Über die maximale Geschwindigkeit von Tonfolgen. ibidem XX, 408. (1899).
Abraham, O., Über das Abklingen von Tonempfindungen, ibidem XX, 417. (1899.)
Hensen, V., Das Verhalten des Resonanzapparates im menschlichen Ohr. Sitzungsbericht d. preußischen Akademie d. Wissenschaften. XXXVIII, 904. (1902.)
Stumpf, C., Über das Erkennen von Intervallen und Akkorden bei sehr kurzer Dauer. Z. für Ps. u. Phys. d. S. 27. (1902.)
Hensen, V., Demonstration der Dämpfung im menschlichen Ohr. Sixième congrès international des Physiologistes. Tenu à Bruxelles (1904).
Exner, S. und Pollak, S., Beitrag zur Resonanztheorie der Tonempfindungen. Z. für Ps. u. Physiol. d. S. 32, 305. (1903.)

Versuche mit dem Komplikationspendel nach der Methode der Selbsteinstellung.

Von

Otto Klemm.

Mit 5 Figuren im Text.

1. Methode und Problemstellung.

Bei den bisherigen Versuchen mit dem Komplikationspendel las der Beobachter entweder an der Skala, vor welcher sich der Zeiger bewegte, den scheinbaren Ort des Klingelschlags ab, oder er bekam die Skala nicht zu Gesicht, sondern hielt die Stelle innerlich fest und bezeichnete sie durch eine geignete Vorrichtung dem Experimentator, der nunmehr erst die Verschiebung notierte. Durch diese zweite Beobachtungsweise wurde der störende Einfluß, den die Skala auf die Aufmerksamkeit ausübte, eliminiert. Zwei Nachteile aber stellten diesen Vorteil in Frage. Erstens war die Lokalisation dadurch erschwert, daß das Ringgebiet, in welchem der Zeiger beobachtet wurde, nun überhaupt keine Merkmale mehr bot, welche der Aufmerksamkeit als Anhaltepunkte dienen konnten, und zweitens gewannen die Versuche infolge der nachträglichen Bezeichnung der fraglichen Stelle den Charakter von Gedächtnisversuchen. Die Methode läßt sich von ihren Nachteilen befreien, ohne daß doch zugleich ihre Vorteile preisgegeben würden, wenn wir eine Marke einführen, die der Beobachter innerhalb des im übrigen auszeichnungslosen Ringgebietes nach Belieben zu bewegen vermag. Die Marke übt unter diesen Verhältnissen einen starken Einfluß auf die Apperzeption aus, und die durch den Beobachter herbeigeführte Stellung der Marke kann ohne Schwierigkeit durch den Experimen-

tator in Teilstrichen einer dem ersteren unsichtbaren Skala abgelesen werden.

In einer solchen Beobachtungsweise liegen nun zugleich Bedingungen, welche den bei der Anwendung psychischer Maßmethoden vorhandenen analog sind. Der Zeiger, der an einem bestimmten Punkte seiner Bahn der Träger des Klingelzeichens zu sein scheint, entspricht dem Normalreiz, die Marke, die an jenen selben Punkt gebracht werden soll, als den einzigen, an welchem sie auch der Träger des Klingelzeichens zu sein scheint, entspricht dem Vergleichsreiz. Es lassen sich auch in demselben Sinne die Zeit, die zwischen dem Vorübergange des Zeigers an jenem ausgezeichneten Punkte seiner Bahn und dem Vorübergange an dem Punkte des Klingelzeichens liegt, und die Zeit, die während der Bewegung des Zeigers von der Marke bis zum Klingelzeichen verstreicht, gegenüberstellen: nur muß dann hinzugefügt werden, daß ungeachtet der objektiven Zeitdifferenzen stets das Bewußtsein der Gleichzeitigkeit herrscht.

Da die Möglichkeit besteht, mit der Marke von beiden Richtungen her den Punkt subjektiver Gleichzeitigkeit zu überschreiten, so ist die Methode der Minimaländerungen nahe gelegt; da ferner die Bewegung der Marke stetig erfolgt und in der Hand des Beobachters liegt, sind auch die Bedingungen für die Anwendbarkeit der Methode der mittleren Fehler erfüllt. Sofern die Einstellung der Marke dem Beobachter überlassen war, geschahen die Versuche nach der Methode der mittleren Fehler, und zwar im mittelbaren Verfahren. Denn die Annahme eines Punktes subjektiver Gleichzeitigkeit, die den früheren Versuchen zugrunde gelegen hatte, entsprach nicht mehr den geschilderten Bedingungen. Vielmehr stellte sich der Einfluß der Marke auf die Aufmerksamkeit als kräftig genug heraus, um innerhalb eines gewissen Bereiches oder Sektors das Bewußtsein der Gleichzeitigkeit aufrecht zu erhalten. Innerhalb eines gewissen Bereiches konnte jeder Punkt als Träger des Klingelzeichens aufgefaßt werden, wenn nur die Marke auf ihn eingestellt war. Darum ist dieser ganze Bereich als Simultaneitätsbereich oder -sektor aufzufassen. Wenngleich nun die Innigkeit der Verbindung zwischen Zeigerstellung und Klingelschlag innerhalb des ganzen Simultaneitätsbereiches nicht als konstant vorausgesetzt werden kann,

sondern ohne Zweifel ein Maximum vorhanden ist, so erscheint es doch nicht ratsam, dieses Maximum etwa dadurch aufzusuchen, daß man den Beobachter auf den Punkt der innigsten Verbindung einstellen läßt. Denn die Marke muß sich bei der Annäherung an das Maximum in dem Simultaneitätsbereich bewegen und der Einfluß der Art und Weise der Annäherung läßt die ganze Einstellung hinfällig werden. Außerdem scheint der Punkt der Gleichzeitigkeit während der einzelnen Vorübergänge, die bis zur Abgabe des Urteils beobachtet werden, im allgemeinen sich negativ zu verschieben. Möglicherweise beruht diese Erscheinung, die sich vor allem in den ersten Übungsstadien aufdrängt, auf einer subjektiven Verkürzung des akustischen Rhythmus, die z. B. auch bei Versuchen über das Nachtaktieren objektiv gegebener Takte beobachtet worden ist. Hieraus ergab sich von selbst die Beschränkung auf die Feststellung der Grenzen, innerhalb deren der Punkt der subjektiven Gleichzeitigkeit hin und her wandern kann. Ob auf Grund der Beschaffenheit dieser Grenzen nicht doch auch etwas über die Verteilung im Innern ausgesagt werden kann, ist eine Frage, die im Anschluß an die Beobachtungsergebnisse erörtert werden soll.

Bei der Bestimmung der Grenzen des Simultaneitätsbereiches ist den verschiedenen Bedingungen Rechnung zu tragen, unter denen die Grenzen zustande kommen. Bei dem mittelbaren Verfahren nach der Methode der mittleren Fehler bestimmt man die untere und die obere Grenze des Bereiches der Gleichheitsfälle, indem man einmal von einem Punkte ausgeht, in dem der Vergleichsreiz kleiner erscheint, und sodann von einem Punkte, in dem der Vergleichsreiz größer erscheint. Zu diesem Bereich der Gleichheitsfälle kann der Simultaneitätsbereich in Analogie gesetzt werden; über den Verlauf der Grenzen dieses Bereiches aber gibt nur eine erweiterte Anwendung jenes mittelbaren Verfahrens Aufschluß. Während nämlich etwa bei der Vergleichung zweier Reize, deren Differenz stetig abnimmt, die Ungleichheit durch eine Folge von Zwischenzuständen in Gleichheit übergeht, stehen Sukzession und Simultaneität bei den Komplikationsversuchen viel schroffer nebeneinander. Der Übergang zwischen ihnen ist durchaus qualitativ; darum müssen die untere und die obere Grenze in beiden Richtungen des Überganges einzeln bestimmt werden. Bei der Ausführung der Versuche ist

deutlich etwa ein »Abreißen« des Zeigers zu spüren, das schon beim Austritt aus dem Simultaneitätsbereiche die Marke mit einem Gebiete der Sukzession umgibt und die Grenze jenes Bereiches sich gleichsam zurückziehen läßt. Wenn man bedenkt, daß die Zuordnung von Zeigerstellung und Klingelzeichen eine Leistung der Aufmerksamkeit ist, so erscheint es nicht überflüssig, solchen qualitativen Unterschieden eine besondere Beachtung zu schenken, zumal ja auch bei der Methode der Minimaländerungen meistens die untere und die obere Unterschiedsschwelle im aufsteigenden und absteigenden Verfahren ermittelt werden.

Der Simultaneitätsbereich wird demnach im ganzen durch vier Einstellungen bestimmt. Da der Pendelzeiger ihn im Sinne des Uhrzeigers durchläuft, ist die linke Grenze sein Anfang, die rechte sein Ende. Der Beobachter kann diesen Anfang von links her erreichen; dann bewegt er die Marke im Sinne des Uhrzeigers bis das Bewußtsein der Simultaneität eintritt. Diese Einstellung heiße A_l. Er kann den Anfang aber auch erreichen, indem er die Marke beliebig auf einen Punkt einstellt, der eine simultane Apperzeption gestattet, und nun von rechts her sie gegen den Sinn des Uhrzeigers solange verschiebt, bis das Bewußtsein der Ungleichzeitigkeit eintritt. Diese Einstellung heiße A_r. Entsprechende Einstellungsweisen gelten für das Ende des Bereiches. Der Punkt des Umschlags des Simultaneitätsbewußtseins in das Sukzessionsbewußtsein bei Drehung der Marke von links nach rechts oder im Sinne des Uhrzeigers sei durch die Einstellung E_l bezeichnet; und der Punkt des entgegengesetzten Umschlags bei entgegengesetztem Drehungssinn der Marke durch die Einstellung E_r. Vielleicht scheint die Aufstellung dieser vier Beobachtungsweisen auf den ersten Blick deshalb nicht zu befriedigen, weil das Sukzessionsbewußtsein wiederum zwei verschiedene Fälle in der Zeitfolge von Klingelzeichen und Zeigerstellung unter sich begreift. Bei E_l etwa »klingelt es nicht mehr«, d. h. der Klingelschlag erfolgt zeitiger als der Vorbeigang des Zeigers; bei A_r dagegen »klingelt es noch nicht«, d. h. der Klingelschlag erfolgt später als der Vorbeigang des Zeigers. Immerhin haben diese beiden Fälle der Sukzession etwas gemeinsames in ihrem Gegensatze zur Simultaneität: und eben dieses gemeinsame ist hier zugrunde gelegt. Die qualitativen Unterschiede, die außerdem zwischen jenen

vier Einstellungen A_l, E_l, E_r, A_r bestehen, müssen bei der Behandlung dieser Werte berücksichtigt werden. Insbesondere berechtigt jene Analogie noch nicht dazu, die Prinzipien für die Behandlung solcher Grenzwerte, die im allgemeinen bei den psychischen Maßmethoden gültig sind, auf diesen Fall zu übertragen.

Ob die Annahme eines einheitlichen Simultaneitätsgebietes, das beiderseits durch doppelte Ränder begrenzt ist, oder ob die Annahme zweier Sektoren, deren einer durch $A_l E_l$ und deren anderer durch $A_r E_r$ bestimmt ist oder durch eine entsprechende Kombination von $A_l E_r$ und $A_r E_l$, vorzuziehen ist, das ist eine Frage, die sich durch die unter den Versuchsbedingungen auftretenden Gruppierungen der Werte entscheidet. Auf jeden Fall werden sich immer die Größe eines gewissen Sektors und seine Lage zum Klingelzeichen herausstellen. Im Sinne der Methode der mittleren Fehler ist die erste Größe als Maß einer Unterschiedsschwelle, die zweite als ein konstanter Fehler aufzufassen. Die Unterschiedsschwelle ist hier eine Sukzessionsschwelle; und der konstante Fehler ist die Zeitverschiebung. Um die Beziehung auf den Simultaneitätsbereich aufrecht zu erhalten, ist im folgenden die Sukzessionsschwelle gleich der Summe (nicht gleich der halben Summe) des im absteigenden und des im aufsteigenden Verfahren beobachteten mittleren variabeln Fehlers gesetzt. Außerdem scheint sich der ganze Bereich, welchen die Punkte subjektiver Gleichzeitigkeit erfüllen, der Wahrnehmung so unmittelbar aufzudrängen, daß vielleicht auch prinzipiell hier die Schärfe der Gleichzeitigkeitsauffassung reziprok der Ausdehnung des ganzen Bereiches zu setzen ist.

Während nun bei sonstigen Schwellenbestimmungen der konstante Fehler aus Einflüssen herrührt, die zu dem untersuchten Gebiet disparat sind, und daher eliminiert werden muß, sind hier die beiden so gleichartig, daß sie nicht voneinander getrennt werden können.

Da nunmehr zur Charakterisierung der unter den angegebenen Bedingungen auftretenden Komplikationserscheinungen die bloße Angabe der Sukzessionsschwellen ebensowenig hinreicht wie die bloße Angabe der Zeitverschiebungen, erwächst das allgemeinere Problem, die zwischen der Sukzessionsschwelle und der Zeitverschiebung bestehenden Beziehungen zu ermitteln.

Dieses Problem ist eine Erweiterung der bisher auf dem Gebiete der Komplikationserscheinungen üblichen Fragestellungen. Da die Gesetze der Zeitverschiebung im allgemeinen bekannt sind, scheint es nicht unangemessen, gleich den allgemeineren Fall ins Auge zu fassen in der Hoffnung, hier noch eine weitere Einsicht in die Bedingungen zu erlangen, unter denen die Komplikationserscheinungen zustande kommen.

Für die Anregung zu dieser Arbeit spreche ich Herrn Geheimrat Wundt, für die Hilfe im einzelnen Herrn Professor Wirth meinen aufrichtigen Dank aus.

2. Die Versuchsanordnung.

Die Versuche wurden mit einem neuen Modell des von Wundt angegebenen Komplikationspendels angestellt, dessen Skala aus einem Vollkreis mit einem inneren Durchmesser von 28 cm bestand. Durch eine möglichst stabile Konstruktion war dafür Sorge getragen, daß der Gang des Zeigers durch die mechanische Auslösung des Klingelzeichens keine Beunruhigung erlitt.

Die Selbsteinstellung der Marke war durch folgende Vorrichtung ermöglicht. Vor dem Pendel P (siehe Fig. 1) stand in der Entfernung

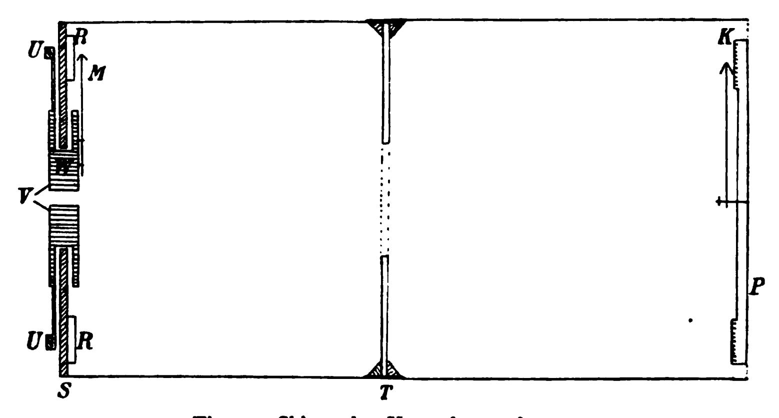


Fig. 1. Skizze der Versuchsanordnung.

von 1,35 m parallel zur Fläche der Pendelskala ein Schirm S, hinter welchem der Beobachter saß. Auf der dem Pendel zugewandten Seite des Schirms war ein weißer Ring R, dessen innerer Durchmesser 28 cm betrug, also mit dem der Pendelskala übereinstimmte, so

angebracht, daß sein Mittelpunkt die senkrechte Projektion des Mittelpunktes der Pendelskala auf die Ebene des Schirms war. In eine kreisförmige Durchbohrung des Schirms, die denselben Mittelpunkt hatte, war eine Scheibe *W* eingelassen, die an beiden Seiten überstehende Ränder hatte und durch eine an der Seite des Beobachters befindliche steuerradähnliche Vorrichtung *U* gedreht werden konnte. An der anderen Seite trug diese Scheibe einen dicht vor dem weißen Ring sich bewegenden Zeiger mit der Marke *M*. Sie war schließlich zentral durchbohrt und mit einer Visiervorrichtung *V* für den Beobachter versehen. In der Mitte zwischen dem Schirm und dem Pendel stand parallel zu beiden und dem ersten zugewendet ein Spiegel *T*. Er hatte eine kreisförmige Öffnung, deren Mittelpunkt auf der Verbindungslinie des Mittelpunktes des weißen Ringes mit dem der Pendelskala lag, und dessen Radius halb so groß als der innere Radius des weißen Ringes war. Durch die Durchbohrung der Achse hindurch sah der Beobachter den inneren gleichmäßig weißen Teil der Pendelscheibe. Die Skala *K* war durch den Spiegel verdeckt; an ihrer Stelle sah er im Spiegel in gleicher Entfernung den weißen Ring, vor dem er seine Marke bewegen konnte. Die Helligkeiten waren so angeglichen, daß die Grenze zwischen dem wirklichen Bild der Pendelscheibe und dem Spiegelbild des Ringes verschwand.

Nach jedem Versuche bewegte ich den Pendelzeiger so weit, bis mir der Beobachter das Zusammenfallen mit seiner Marke ankündigte, und las an der Skala ab. Ich arbeitete mit zwei Schwingungsdauern $T = 1,2$ und $T = 2,1$ (T ist eine Doppelschwingung), hielt die Amplitude konstant gleich 32°, was für den Zeiger wegen der Übertragung 1 : 10 eine Schwingungsweite von 320° bedeutete, und beschränkte mich auf fünf Stellen (265°, 300°, 360°, 60°, 120°) in der ersten Hauptlage, bei der der Zeiger in der Ruhelage senkrecht nach oben stand, und auf die entsprechenden fünf Stellen (85°, 120°, 180°, 240°, 300°) in der zweiten Hauptlage, bei der der Zeiger in der Ruhelage senkrecht nach unten stand. Da zu jedem Werte vier Einstellungen gehörten, waren zu jeder Reihe 20 Versuche notwendig, die sich auf eine Stunde verteilten. Die Einstellungen A_l und E_r ließ ich stets für denselben Wert unmittelbar aufeinander folgen und gab später wiederum E_l und A_r, so daß also jedesmal aufsteigendes und ab-

steigendes Verfahren entweder mit Bestimmung der oberen oder der unteren Grenze verbunden waren.

Ich suchte jede Reihe unter den gleichen Verhältnissen mindestens zehnmal herzustellen. Bei den im folgenden mitgeteilten Mittelwerten wurden die ersten Stadien des Übungsverlaufs, die sich überall durch starke negative Verschiebungen verraten, als Vorversuche angesehen und nicht zur Berechnung herangezogen. Da das Ohr des Beobachters von der Schallquelle 1,37 m entfernt war, wurde an allen Mittelwerten eine Korrektion von — 4^{σ} angebracht.

Meine Beobachter waren die Herren Kästner, Henseling und Schott, denen ich für die Unterstützung meiner Arbeit herzlich danke.

3. Der Einfluß der Bewegungsrichtung des Zeigers und der Geschwindigkeitsänderung.

Für die unter den besonderen Bedingungen des Komplikationspendels auftretenden Zeitverschiebungen sind, neben den allgemeinen Verhältnissen des Spannungswachstums der Aufmerksamkeit die Bewegungsrichtung des Zeigers und die von Stelle zu Stelle variable Geschwindigkeitsänderung als maßgebend erkannt worden. Die vertikale Komponente der Bewegung des Zeigers bewirkt je nachdem, ob sie aufwärts oder abwärts gerichtet ist, einen Antrieb zu negativer oder positiver Verschiebung; andrerseits ergibt sich an den Stellen positiver Beschleunigung eine Tendenz zu negativer Verschiebung, an den Stellen negativer Beschleunigung eine solche zu positiver Verschiebung, da der Zeiger an den Stellen langsamerer Bewegung leichter aufgefaßt werden kann. Diese beiden Faktoren sind ganz verschiedener Natur. Der erste ist peripher; er rührt aus den mechanischen Bedingungen der Augenbewegungen her; der zweite ist wesentlich zentralen Ursprungs.

In den Bedingungen des Apparates liegt es nun, daß diese Faktoren niemals unabhängig voneinander zur Geltung kommen. Wenn etwa in Fig. 2 der Punkt 360° diejenige Stelle bezeichnet, an welcher die Beschleunigung Null ist, und der Zeiger sich in der durch den Pfeil angegebenen Richtung bewegt, dann wirken an den Stellen 265° und 300° Aufwärtsbewegung und Zunahme der Geschwindigkeit als Antriebe zu negativer Verschiebung; an den Stellen 60° und 120° wirken Abwärtsbewegung und Abnahme der Geschwindigkeit als An-

triebe zu positiver Verschiebung. In beiden Fällen ist die beobachtete Verschiebung als abhängig von der Summe der beiden Einflüsse

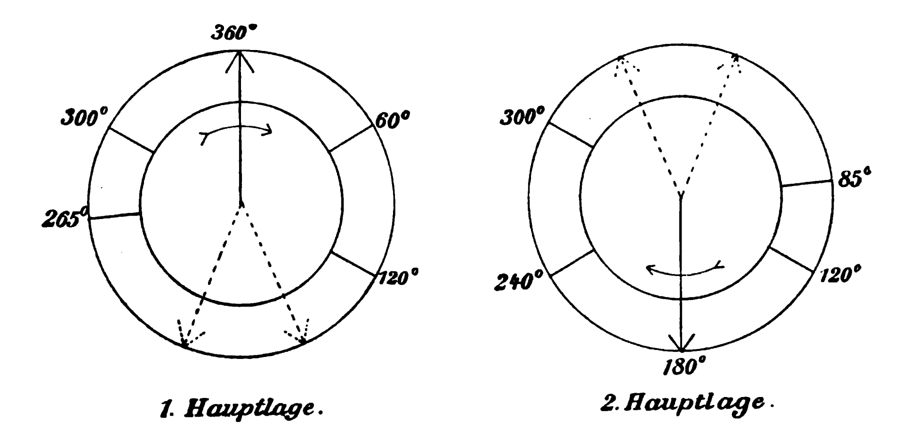


Fig. 2. Die Stellung des Zeigers zur Pendelskala.

aufzufassen. Das quantitative Verhältnis der beiden Einflüsse ist nur dann zu erkennen, wenn es gelingt, sie zu isolieren und ein Bild von der Wirksamkeit eines jeden der beiden Faktoren zu geben.

Eine solche Isolation wird durch eine einfache Variation der Bedingungen erreicht. Wenn nämlich der Schwingungsmittelpunkt um 180° gegen die vorige Lage verschoben wird, so ergeben sich folgende Verhältnisse: Der Zeiger bewegt sich mit derselben Amplitude und in derselben Richtung wie vorhin um den Punkt 180° als Schwingungsmittelpunkt. An den Punkten 85°, 120°, 240°, 300° herrschen dieselben Beschleunigungen wie bei der früheren Anordnung an den Stellen 265°, 300°, 60°, 120°. Die vertikalen Geschwindigkeitskomponenten haben an den entsprechenden Stellen zwar denselben absoluten Betrag, aber entgegengesetztes Vorzeichen.

Falls die Verschiebungen unter solchen Bedingungen verglichen werden, gibt sich also die Differenz der beiden Einflüsse zu erkennen.

In den folgenden Tabellen sind die Mittelwerte der Beobachtungen für die einzelnen Stellen in σ angegeben. Je zwei zusammengehörige Stellen der Tabelle I haben entgegengesetzt gleiche Vertikalkomponenten der Bewegung, wie es durch die Pfeile angedeutet. Bei den Versuchen dieser Tabelle betrug die Dauer T einer ganzen Schwingung 1.2 Sek.

Tabelle I.

$T = 1.2.$

Stelle	Beobachter S. Al	El	Er	Ar	Beobachter K. Al	El	Er	Ar		c
265°	−15	+5	+1	−13	−2	+22	+17	+10	↑	23.4
85°	−5	+15	+24	−6	+6	+20	+17	+15	↓	23.4
300°	−19	−1	−8	−12	−9	+5	+2	−6	↑	27.0
120°	−5	+5	+3	−7	−8	+8	+12	−4	↓	27.0
60°	+4	+11	+17	+5	+6	+13	+19	+15	↓	27.0
240°	−8	+1	+0	−11	−6	+9	+5	−1	↑	27.0
120°	−8	+6	+8	−2	−5	+1	−9	+0	↓	19.3
300°	−28	−2	−8	−27	−27	+0	−13	−20	↑	19.3

In dieser Tabelle tritt der Einfluß einer Erleichterung oder Erschwerung der Blickbewegung auf die Zeitverschiebungen in der Differenz zwischen den entsprechenden Einstellungen zutage. Ob die Verschiebungen im einzelnen positiv oder negativ sind, ist eine weitere Frage; hier handelt es sich nur darum, daß die Differenz zwischen den bei absteigender und den bei aufsteigender Bewegungsrichtung gewonnenen Einstellungen unter sonst übereinstimmenden Bedingungen fast ausnahmslos positiv ist.

Der Grad der Abhängigkeit dieses Einflusses von der absoluten Geschwindigkeit des Zeigers läßt sich durch den Vergleich mit Tabelle II erkennen, welche für eine fast doppelt so große Schwingungsdauer $T = 2.1$ Sek. gewonnen ist.

Tabelle II.

$T = 2.1.$

Stelle	Beobachter S. Al	El	Er	Ar	Beobachter H. Al	El	Er	Ar		c
265°	−23	−8	−4	−31	−11	+34	+31	−10	↑	13.4
85°	−26	−4	−1	−33	−10	+33	+24	−21	↓	13.4
300°	−34	−15	−20	−34	−17	+22	+18	−15	↑	15.2
120°	−23	+3	+4	−18	−22	+22	+12	−8	↓	15.2
60°	−4	+14	+3	−17	−8	+21	+29	−2	↓	15.2
240°	−21	−9	−13	−20	−20	+18	+17	−32	↑	15.2
120°	−32	−13	+0	−35	−29	+6	+11	−37	↓	11.0
300°	−41	−15	−22	−38	−40	−3	−2	−51	↑	11.0

Die Verminderung des Einflusses der Augenbewegungen, die bei der kleineren Geschwindigkeit zu erwarten ist, dokumentiert sich

nicht unmittelbar in einer Verkleinerung der Differenzen, sondern in einer größeren Schwankungsbreite der Differenzen. An den Stellen 265° und 85° ist der Einfluß wegen der geringen Geschwindigkeit und der starken Annäherung an den Umkehrpunkt kaum mehr zu erkennen.

Dieselben Beobachtungen lassen sich dazu verwerten, den Einfluß der Geschwindigkeitsänderung c' darzustellen. Es ist nur nötig solche Stellen zu vergleichen, die bis auf die an ihnen herrschende Geschwindigkeitsänderung die gleichen Bedingungen aufweisen. Diese Forderung aber ist erfüllt für die Stelle 60°, die bei der ersten Hauptlage, deren Schwingungsmittelpunkt 360° ist, beobachtet wurde, und die Stelle 120°, die bei der zweiten Hauptlage, deren Schwingungsmittelpunkt 180° ist, beobachtet wurde. Entsprechendes gilt für die beiden Stellen 300° und 240°.

In Tabelle III sind die hierfür gewonnenen Werte zusammengestellt, die Geschwindigkeit c ist 27.0; die Geschwindigkeitsänderung c' ist in Bogenmaß ausgedrückt.

Tabelle III.

$T = 1.2.$

	Beobachter S.				Beobachter K.				
Stelle	A_l	E_l	E_r	A_r	A_l	E_l	E_r	A_r	c'
60°	+ 4	+ 11	+ 17	+ 5	+ 6	+ 13	+ 19	+ 15	− 11.5
120°	− 5	+ 5	+ 3	− 7	− 8	+ 8	+ 12	− 4	+ 11.5
300°	− 19	− 1	− 8	− 12	− 9	+ 5	+ 2	− 6	+ 11.5
240°	− 8	+ 1	+ 0	− 11	− 6	+ 9	+ 5	− 1	− 11.5

Die Gesetzmäßigkeit, mit der eine positive Geschwindigkeitsänderung negative Verschiebung und eine negative Geschwindigkeitsänderung positive Verschiebung erzeugt, ist unverkennbar. Nach den Voraussetzungen, unter denen die Werte dieser Tabelle entstanden sind, tritt in der Differenz zwischen den für 60° und 120° einerseits und den für 300° und 240° andrerseits erhaltenen Werten unmittelbar jener Einfluß der Beschleunigung zutage.

Auch hier vervollständigt eine zweite für andere Beschleunigungsverhältnisse zusammengestellte Tabelle die Einsicht in die Wirksamkeit dieses Faktors. In Tabelle IV ist die Geschwindigkeit $c = 15.2$; die entsprechenden c' sind wiederum angegeben.

Tabelle IV.

$T = 2.1.$

Stelle	Beobachter S. Al	El	Er	Ar	Beobachter K. Al	El	Er	Ar	c'
60°	− 4	+ 14	+ 13	− 17	+ 9	+ 28	+ 32	+ 18	− 3.9
120°	− 23	+ 3	+ 4	− 18	− 12	+ 10	+ 9	− 10	+ 3.9
300°	− 34	− 15	− 20	− 34	− 19	+ 2	+ 0	− 11	+ 3.9
240°	− 21	− 9	− 13	− 20	− 13	+ 2	+ 6	− 10	− 3.9

Obgleich der hier zugrunde gelegte Wert von c' viermal so klein ist als der in Tabelle III, sind die Differenzen im Durchschnitt kaum kleiner als in der vorigen Tabelle. Dies weist auf die Bedeutung der momentanen Geschwindigkeit c hin, die an der betrachteten Stelle herrscht. Da die Quotienten $\frac{c'}{c}$ sich umgekehrt wie die Schwingungszeiten verhalten, könnte man in ihnen am ehesten noch ein Maß für die Wirksamkeit des Einflusses der Beschleunigung erblicken. Der später angegebenen allgemeinen Tabelle lassen sich nach denselben Gesichtspunkten einige Reihen entnehmen, in denen Abweichungen von dem Verhältnis der Verschiebungen auftreten, das durch die alleinige Wirksamkeit dieser Einflüsse gefordert wäre. Dadurch wird die Gültigkeit jener Einflüsse, die überdies zum Teil auch schon experimentell (durch Beobachtungen der Nachbilder des Zeigers) nachgewiesen worden ist, nicht in Frage gestellt. Es konnte nur erwartet werden, daß sich im allgemeinen die Wirksamkeit der Einflüsse aus den zweckmäßig zusammengestellten Verschiebungszeiten würde ablesen lassen, während die Abweichungen darauf hinweisen, mit welcher Vorsicht unter allen Umständen eine solche Vergleichung von Reihen aufzunehmen ist, die schließlich doch unter zu komplexen Bedingungen entstanden sind, als daß die subjektive Auffassung in so eindeutiger Abhängigkeit von den objektiven Verhältnissen gedacht werden könnte.

Endlich ist es noch beachtenswert, daß die Einflüsse in den vorstehenden Tabellen sich gleichmäßig für alle vier Einstellungen geltend machen. Die Schwankungen sind unregelmäßig über alle vier Einstellungen verteilt, so daß sich keine bestimmte Zuordnung vollziehen läßt. Hiermit sind die beiden Einflüsse als allgemeine Bedingungen gekennzeichnet; zugleich aber kann angenommen werden, daß das Verhältnis zwischen den vier Einstellungen nicht durch

diese allgemeinen Einflüsse bestimmt wird. Darum braucht die folgende Betrachtung des Verhältnisses zwischen den vier Einstellungen nicht auf diese Einflüsse zurückzugreifen; wohl aber war eine Darlegung dieser Einflüsse notwendig, um die Voraussetzungen der folgenden Betrachtungen zu rechtfertigen.

4. Die Gestalt und die Lage des Simultaneitätsbereichs.

Die Aufzeigung der Bedingungen, unter denen im einzelnen die vier genannten Einstellungen stehen, führt schrittweise zur Beantwortung der im Anfang gestellten allgemeinen Frage. Es ist indessen zweckmäßig, der Untersuchung der quantitativen Verhältnisse, auf die es hier ankommt, einige qualitative Erörterungen vorauszuschicken.

Durch die Reihenfolge, in der die Beobachtungen angestellt wurden, ist es nahe gelegt, die Einstellungen A_l und E_r, und ebenso die Einstellungen E_l und A_r als Grenzen eines Simultaneitätsbereiches aufzufassen. Da die beiden Glieder jedes dieser Paare für dieselbe Stelle des Klingelschlags aufeinanderfolgten, während die beiden Paare selbst durch eine hinreichende Anzahl von Versuchen voneinander getrennt waren, so bietet sich die Annahme dar, daß der ganze Bereich durch diese zwei Sektoren, die in verschiedener Weise zu einander liegen können, gebildet wird.

Der durch $A_l E_r$ gebildete Sektor heiße der e i n g e s c h l o s s e n e, der durch $A_r E_l$ gebildete der g e k r e u z t e Sektor; dann bestehen folgende vier Möglichkeiten:

I. Der eingeschlossene Sektor liegt innerhalb des gekreuzten Sektors; d. h. die Reihenfolge der Einstellungen ist $A_r A_l E_r E_l$.

II. Der gekreuzte Sektor liegt innerhalb des eingeschlossenen Sektors, d. h. die Reihenfolge der Einstellungen ist $A_l A_r E_l E_r$.

I^a^. Der gekreuzte Sektor ist gegen den eingeschlossenen negativ verschoben; die Reihenfolge der Einstellungen ist $A_r A_l E_l E_r$.

II^a^. Der eingeschlossene Sektor ist gegen den gekreuzten negativ verschoben; die Reihenfolge der Einstellungen ist $A_l A_r E_r E_l$.

In der folgenden Fig. 3 sind die vier Gruppierungen, die nunmehr nur noch nach den angegebenen Ziffern genannt werden

sollen, veranschaulicht. Hiermit sind die geometrisch möglichen Fälle nicht erschöpft; in den Gruppierungen, die sich als Mittelwerte der Beobachtungen ergaben, sind aber nur diese Fälle verwirklicht

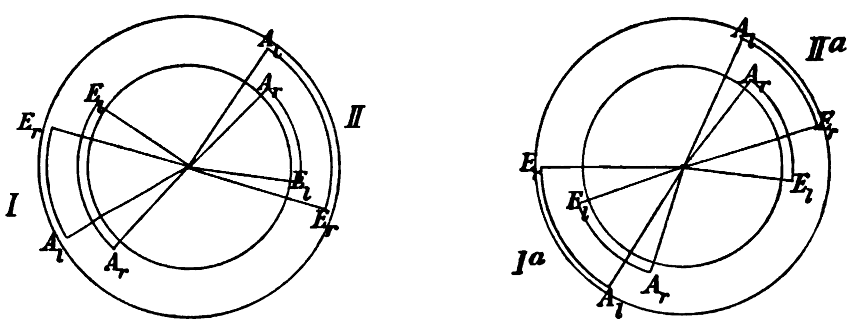


Fig. 3. Die vier Gruppierungen der einzelnen Einstellungen.

und darum besteht es zu Recht, sie als die psychologisch möglichen Fälle zu bezeichnen. Die Lage des Simultaneitätsbereiches zum Klingelschlage kann in demselben Sinne, wie bisher die Lage eines einzelnen Punktes, als negativ oder positiv bezeichnet werden, falls alle vier Einstellungen in bezug auf den Ort des Klingelschlags gleiches Vorzeichen haben. Ist aber der Ort des Klingelschlags ein innerer Punkt des Bereiches, so muß im allgemeinen von einer Null-Lage gesprochen werden. Sie ist eine totale Null-Lage (t), wenn der Klingelschlag sowohl innerhalb des eingeschlossenen als des gekreuzten Sektors liegt, und eine partielle, wenn er nur innerhalb des einen der beiden Sektoren liegt, und zwar jenachdem ob er innerhalb der beiden linken oder der beiden rechten Grenzlinien des ganzen Bereiches liegt, eine linkspartielle (lp) oder eine rechtspartielle (rp).

Tabelle V gibt einen Überblick über das Vorkommen dieser Gruppen und Lagen.

Tabelle V.

Stelle	Beob. K.	Beob. S.	Beob. H.	Beob. K.	Beob. S.	Beob. H.
			1. Hauptl.			
		$T = 2.1$			$T = 1.2.$	
265°	IIp	In	II^{a}t	II^{a}lp	II^{a}t	IIp
300°	II^{a}t	II^{a}n	II^{a}t	II^{a}lp	II^{a}n	I^{a}lp
360°	II^{a}lp	II^{a}t	II^{a}t	II^{a}p	II^{a}n	II^{a}p
60°	IIp	It	IIt	IIp	IIp	IIp
120°	II^{a}n	I^{a}rp	I^{a}t	IIt	IIt	II^{a}t

Stelle	Beob. K.	Beob. S.	Beob. H.	Beob. K.	Beob. S.	Beob. H.
			2. Hauptl.			
	$T = 2.1.$			$T = 1.2.$		
85°	II^{a}t	I^{a}n	It	II^{a}p	I^{a}t	It
120°	II^{a}t	IIt	II^{a}t	IIt	It	It
180°	—	It	It	—	IIt	II^{a}t
240°	IIt	II^{a}n	It	II^{a}t	I^{a}rp	II^{a}t
300°	I^{a}rp	II^{a}n	I^{a}n	II^{a}rp	II^{a}n	II^{a}t

Die totalen Null-Lagen (t) kommen in dieser Tabelle am häufigsten vor. Von einem bestimmten Sinne der Zeitverschiebung kann in diesem Falle zunächst nicht mehr gesprochen werden. Erst auf Grund der Verteilung, welche möglicherweise der Innigkeit der Verbindung zwischen Klingelzeichen und Zeigerstellung im Innern des Bereiches zuzuschreiben ist, oder auf Grund einer Beziehung zwischen der Gestalt und einem bestimmten Verschiebungssinn des Simultaneitätsbereiches, kann darüber geurteilt werden. Die Tatsache aber, daß die totalen Null-Lagen doch nur etwa die Hälfte aller Fälle ausmachen, weist darauf hin, daß die Bedingungen der Zeitverschiebung nicht in jener besonderen Einstellung des Beobachters liegen, die ihn die Grenzen des Simultaneitätsbereiches erreichen läßt. Wenn die Zeitverschiebungen überhaupt nur durch ein solches Bemühen des Beobachters, etwa recht zeitig zu hören, zustande kämen, dann müßten die A-Werte stets negativ und umgekehrt die E-Werte stets positiv sein, d. h. die Lage des Simultaneitätsbereiches müßte stets eine totale Null-Lage sein. Dies aber steht in starkem Widerspruch mit den wirklich beobachteten Verhältnissen. Die Lagen p und lp, in denen eine positive Tendenz herrscht, kommen bei der kürzeren Schwingungsdauer häufiger vor, während die Lage n und rp, in denen sich eine negative Tendenz geltend macht, häufiger bei der längeren Schwingungsdauer auftreten. Dies steht in Einklang mit den früher schon für punktuelle Lokalisationen festgestellten Bedingungen.

Auf die Gestalt des Simultaneitätsbereichs wirkt im besonderen der Drehungssinn der Marke derart, daß A_l und E_l nach links und E_r A_r in gleicher Weise nach rechts gezogen werden. Dazu kommt noch, daß die Bewegung des Zeigers den Bogen A_l E_l gleichsam ausweitet, während sie den Bogen E_r A_r, in welchem sich die Marke gegen den Drehungssinn des Zeigers bewegt, zusammenzieht. Der

erste Einfluß auf das Lageverhältnis der Sektoren begünstigt das Auftreten der Gruppe II, der zweite auf das Größenverhältnis zieht die Gruppe IIa nach sich. Da beide Einflüsse immer wirken, sind die Gruppen II und IIa im allgemeinen begünstigt, unter den 58 Fällen der Tabelle treten sie 41 mal auf, während nur 17 mal die Gruppen I und Ia vorkommen.

Eine Zuordnung zwischen bestimmten Lagen und Gruppen besteht zunächst darin, daß die Gruppe I niemals positiv, und die Gruppe II niemals negativ liegt. Auf diese Tatsache kommen wir später zurück. Ferner kommen die partiellen Null-Lagen *lp* und *rp* nur bei den Gruppierungen Ia und IIa vor. Nun hat bei den partiellen Null-Lagen der eine der beiden Sektoren, aus denen der ganze Simultaneitätsbereich gebildet ist, eine Null-Lage, während der andere positiv oder negativ liegt. Die beiden Sektoren sind also gegeneinander verschoben und müssen sich bei annähernd gleicher Größe überschneiden, wie es bei Ia und IIa der Fall ist. Den komplizierteren Lageverhältnissen entspricht also ein komplizierterer Aufbau des Simultaneitätsbereiches: ein Hinweis auf die Beziehungen zwischen diesem Bereiche und den Bedingungen der Zeitverschiebung.

5. Die Winkelöffnung des Simultaneitätsbereiches.

Bei dem Übergange zu quantitativen Bestimmungen, die als Zeiten berechnet werden, darf nicht außer acht gelassen werden, daß die beobachteten Sektoren zunächst räumliche Distanzen sind, die der Zeiger mit einer bestimmten Geschwindigkeit durchmißt. Die Größe des Bereiches läßt sich in σ ausdrücken als Quotient aus dem eingeschlossenen Winkel und der Winkelgeschwindigkeit (nach der von Wundt Physiol. Psychol. III, 84 angegebenen Formel). Darum braucht aber noch nicht auch unsere Zeitauffassung stets nur durch diesen Quotienten bestimmt zu sein. Es ist vielmehr zu vermuten, daß gerade hier, wo sich die räumliche Ausdehnung neben der Geschwindigkeit als anschauliches Substrat der Zeitvorstellung geltend macht, die räumliche Größe des Sektors eine besondere Rolle spielen wird.

Um aber der Forderung einer unmittelbaren Vergleichbarkeit zu genügen, können die einzelnen Verschiebungen doch nicht anders als in Zeiten ausgedrückt werden. Eine allgemeine Übersicht gibt

die folgende in σ berechnete Tabelle VI der Mittelwerte aller meiner Beobachtungen:

Tabelle VI.

Stelle	Beobachter K.				Beobachter S.				Beobachter H.			
	A_l	E_l	E_r	A_r	A_l	E_l	E_r	A_r	A_l	E_l	E_r	A_r
					$T = 2.1.$ 1. Hauptl.							
265°	+ 0	+ 13	+ 23	+ 4	− 23	− 8	+ 4	− 31	− 11	+ 34	+ 31	− 10
300°	− 19	+ 2	+ 0	− 11	− 34	− 15	− 20	− 34	− 17	+ 22	+ 18	− 15
360°	− 5	+ 16	+ 14	+ 3	− 32	+ 9	+ 8	− 12	− 16	+ 21	+ 17	− 15
60°	+ 9	+ 28	+ 32	+ 18	− 4	+ 14	+ 13	− 17	− 8	+ 21	+ 29	− 2
120°	− 22	− 2	− 6	− 18	− 32	− 13	+ 0	− 35	− 29	+ 6	+ 11	− 37
					$T = 2.1.$ 2. Hauptl.							
85°	− 9	+ 10	+ 9	− 4	− 26	− 4	− 1	− 33	− 10	+ 33	+ 24	− 21
120°	− 12	+ 10	+ 9	− 10	− 23	+ 3	+ 4	− 18	− 22	+ 22	+ 12	− 8
180°	—	—	—	—	− 14	+ 4	+ 4	− 23	− 31	+ 19	+ 19	− 44
240°	− 13	+ 2	+ 5	− 10	− 21	− 9	− 13	− 20	− 20	+ 18	+ 17	− 32
300°	− 14	− 5	+ 0	− 23	− 41	− 15	− 22	− 38	− 40	− 3	− 2	− 51
					$T = 1.2.$ 1. Hauptl.							
265°	− 2	+ 22	+ 17	+ 10	− 15	+ 5	+ 1	− 13	+ 2	+ 38	+ 38	+ 6
300°	− 9	+ 5	+ 2	− 6	− 19	− 1	− 8	− 12	+ 2	+ 26	+ 34	− 5
360°	+ 0	+ 22	+ 16	+ 14	− 17	+ 0	− 7	− 10	+ 8	+ 43	+ 35	+ 17
60°	+ 6	+ 13	+ 19	+ 15	+ 4	+ 11	+ 17	+ 5	+ 3	+ 35	+ 36	+ 7
120°	− 5	+ 1	+ 9	+ 0	− 8	+ 6	+ 8	− 2	− 15	+ 15	+ 10	− 14
					$T = 1.2.$ 2. Hauptl.							
85°	+ 6	+ 20	+ 17	+ 15	− 5	+ 15	+ 24	− 6	− 6	+ 32	+ 24	− 17
120°	− 8	+ 8	+ 12	− 4	− 5	+ 5	+ 3	− 7	− 16	+ 19	+ 13	− 22
180°	—	—	—	—	− 9	+ 11	+ 13	− 8	− 22	+ 22	+ 4	− 13
240°	− 6	+ 9	+ 5	− 1	− 8	+ 1	+ 0	− 11	− 22	+ 31	+ 23	− 8
300°	− 27	+ 0	− 13	− 20	− 28	− 2	− 8	− 27	− 38	+ 11	+ 4	− 36

Welche Größen durch diese Zahlen gemessen werden, ergibt sich wiederum aus den Bedingungen, unter denen sie gewonnen sind.

Wenn die Anziehung, die die Marke auf die Aufmerksamkeit ausübt, und die Tendenz zur Lokalisation des Klingelschlags als Kräfte aufgefaßt werden, dann ist jede der vier Einstellungen ein Gleichgewichtszustand zwischen diesen Kräften.

Dabei scheint es zugleich, als wenn etwa bei E_l und A_r mit zunehmender Entfernung der Marke vom Klingelschlage die Anziehung der Marke auf die Aufmerksamkeit ein immer größeres Gegengewicht zu überwinden habe, bis der Gleichgewichtszustand und damit die Grenzlinie zwischen Simultaneität und Sukzession erreicht sei. Einer solchen

Interpretation liegen offenbar die Voraussetzungen zugrunde, daß die Tendenz zur Lokalisation nach dem wirklichen Punkte des Klingelzeichens hin wirke, und daß bei jedem Versuche, außerhalb des Punktes zu lokalisieren, auf den sich die Lokalisationstendenz richtet, eine Gegentendenz auftrete, deren Stärke mit wachsender Entfernung von dem Punkte des Klingelzeichens zunehme.

Während die zweite Voraussetzung der psychologischen Erfahrung entspricht, würde die Annahme der ersten Voraussetzung einen Rückfall in Anschauungen bedeuten, die längst durch die Erforschung der Zeitverschiebungen widerlegt worden sind. Das scheinbare Zusammenfallen hängt von dem Spannungswachstum der Aufmerksamkeit ab. In diesem Spannungswachstum der Aufmerksamkeit ist ein Täuschungsfaktor gegeben. An Stelle der ersten Voraussetzung muß darum die Annahme eines solchen Täuschungsfaktors treten. Die Richtung des Täuschungsfaktors ist zunächst nicht bekannt und müßte für jeden Fall ermittelt werden. Außerdem aber ist noch die Möglichkeit zu bedenken, daß die Wirksamkeit des Täuschungsfaktors in verschiedener Entfernung von dem Punkte des wirklichen Zusammenfallens eine verschiedene ist.

Auch hier ist das einzige Mittel dieses unbekannten Faktors Herr zu werden, daß er konstant erhalten wird. Die Frage nach den Größenverhältnissen des Simultaneitätsbereiches kann nur dann gestellt werden, wenn ein bestimmter Täuschungsfaktor vorausgesetzt wird. Es handelt sich hier zunächst um das Größenverhältnis des eingeschlossenen und des gekreuzten Sektors. Falls die Winkelöffnungen des eingeschlossenen und des gekreuzten Sektors unter den gleichen Täuschungsfaktoren einer bestimmten Gesetzmäßigkeit unterliegen, dann können hieraus Schlüsse nicht allein auf die Bedingungen des Simultaneitätsbewußtseins, sondern auch auf die Natur der Täuschungsfaktoren gezogen werden. Die Täuschungsfaktoren sind bisher bloß durch die verschiedenen Lagen des Simultaneitätsbereiches charakterisiert; für das folgende soll die Unterscheidung positiver und negativer Täuschungsfaktoren genügen, und zur ersten Gruppe sollen auch die bei der Lage lp, und zur zweiten Gruppe die bei der Lage rp wirksamen gehören. Tabelle VII bringt diese Verhältnisse der eingeschlossenen Sektoren (*eS*) und gekreuzten Sektoren (*gS*), deren Größe jedesmal in σ ausgedrückt ist, zur Anschau-

ung. Neben den Sektoren ist außerdem die Gestalt und die Lage des Simultaneitätsbereiches unter Verwendung der früher erklärten Symbole angegeben.

Tabelle VII.

	Beob. K.			Beob. S.			Beob. H.			Beob. K.			Beob. S.			Beob. H.		
							1. Hauptl.											
				$T = 2.1.$									$T = 1.2.$					
Stelle	*eS*	*gS*		*eS*	*gS*		*eS*	*gS*		*eS*	*gS*		*eS*	*gS*		*eS*	*gS*	
265°	23	9	IIp	19	22	In	20	44	II^{a}t	19	12	II^{a}lp	16	18	II^{a}t	36	32	IIp
300°	19	13	II^{a}t	14	19	II^{a}n	35	37	II^{a}t	11	11	II^{a}lp	11	11	II^{a}n	32	19	I^{a}lp
360°	19	13	II^{a}lp	40	21	II^{a}t	33	36	II^{a}t	16	8	II^{a}p	10	10	II^{a}n	27	26	II^{a}p
60°	23	10	IIp	17	31	It	37	23	IIt	13	2	II^{a}p	13	6	IIp	33	28	IIp
120°	16	16	II^{a}n	32	48	I^{a}rp	40	43	I^{a}t	14	1	IIt	16	8	IIt	25	29	II^{a}t
							2. Hauptl.											
				$T = 2.1.$									$T = 1.2.$					
85°	18	16	II^{a}t	25	29	I^{a}n	34	54	It	11	5	II^{a}p	29	21	I^{a}t	30	47	It
120°	21	20	II^{a}t	27	21	IIt	34	30	II^{a}t	20	12	IIt	8	12	It	29	41	It
180°	—	—	—	18	27	It	50	63	It	—	—	—	22	17	IIt	26	35	II^{a}t
240°	18	12	IIt	8	11	II^{a}n	37	40	It	11	10	II^{a}t	8	10	I^{a}rp	45	39	II^{a}t
300°	14	18	I^{a}rp	21	23	II^{a}n	38	48	I^{a}n	14	20	II^{a}rp	20	25	II^{a}n	42	47	II^{a}t

Aus dieser Tafel geht hervor, daß bei der Wirksamkeit eines positiven Täuschungsfaktors der eingeschlossene Sektor größer ist als der gekreuzte, und daß bei der Wirksamkeit eines negativen Täuschungsfaktors der eingeschlossene Sektor kleiner ist als der gekreuzte. Da nun bei der Gruppe I der eingeschlossene Sektor stets kleiner ist als der gekreuzte, kann sie niemals positiv liegen, und da bei der Gruppe II das umgekehrte Verhältnis besteht, kann diese niemals negativ liegen — eine Bedingung, die schon im Anschluß an Tabelle V ausgesprochen wurde.

Ein positiver Täuschungsfaktor kommt dann zustande, wenn die Anpassung der Aufmerksamkeit noch nicht vollendet ist, ein negativer, wenn sie früher vollendet ist. Obgleich nun die scheinbare Stelle des Klingelzeichens jedesmal diejenige ist, an welcher die Anpassung der Aufmerksamkeit gerade vollendet ist, kommen doch hier, wo es sich um einen Bereich handelt, innerhalb dessen ein Verlauf dieser Anpassung anzunehmen ist, die Unterschiede des positiven und des negativen Täuschungsfaktors in Betracht. Der Verlauf der Anpassung wird nämlich im ersten Falle bei den Einstellungen A_l und

E_r, die den eingeschlossenen Sektor begrenzen, durch die Anziehungskraft der Marke unterstützt; d. h. der eingeschlossene Sektor wird ausgedehnt, während im zweiten Falle, in dem die Anpassung sich schneller vollzieht, die Einstellungen A_r und E_l das Simultaneitätsbewußtsein über ein größeres Gebiet auszudehnen vermögen und somit die Winkelöffnung des gekreuzten Sektors zunimmt.

In zweiter Linie steht wiederum der gekreuzte Sektor bei dem positiven Täuschungsfaktor insofern unter ungünstigen Bedingungen, als sich hier die Anpassung langsamer vollzieht, und daher die Ausdehnung des Simultaneitätsbewußtseins durch die Bewegung der Mark-erschwert, während es bei dem negativen Täuschungsfaktor der eingeschlossene Sektor ist, dessen Grenzlinien jetzt wegen des rascheren Verlaufs der Anpassung aneinanderrücken. Aus allen diesen Eine flüssen resultiert das angegebene Größenverhältnis des eingeschlossenen zu dem gekreuzten Sektor in seiner Abhängigkeit von der positiven oder negativen Richtung des Täuschungsfaktors.

Hieraus ergibt sich auch ein Fingerzeig für die Auffassung der totalen Null-Lagen. Wenn in einer solchen Lage die mittlere Verschiebung der vier Grenzeinstellungen beträchtlich von Null verschieden ist, so scheint sich doch die Wirksamkeit eines Täuschungsfaktors aufzudrängen. Falls dann außerdem das Größenverhältnis den für die positiven und negativen Lagen aufgestellten Bedingungen entspricht ist ein weiterer Grund für die Annahme eines Täuschungsfaktors vorhanden. Der Vergleich mit Tabelle VI zeigt, daß einem großen Teil der totalen Null-Lagen darum doch ein bestimmter Verschiebungssinn zugesprochen werden kann; zumal im allgemeinen der aus dem Größenverhältnis der Sektoren erschlossene Verschiebungssinn der mittleren Verschiebung entspricht.

Nach Erledigung dieser besonderen Einflüsse, unter denen der gekreuzte und der eingeschlossene Sektor zu stehen scheinen, läßt sich ein mittlerer Bereich substituieren, der gleich dem arithmetischen Mittel der Winkelöffnung der beiden Sektoren ist. Dieser mittlere Bereich ist als eigentliche Sukzessionsschwelle anzusehen; er schwankt bei Beob. K. zwischen 7^σ und 21^σ; bei Beob. S. zwischen 10^σ und 31^σ; bei Beob. H. zwischen 26^σ und 56^σ. Die individuellen Verschiedenheiten sind daraus verständlich, daß es sich hier um Leistungen der Aufmerksamkeit handelt, und es ist immerhin beachtenswert, daß

überhaupt innerhalb einer gewissen Schwankungsbreite eine solche Schwelle existiert.

Dabei ist eine Abhängigkeit der Schwelle von der jeweiligen Geschwindigkeit in dem Sinne zu beobachten, daß sie bei geringen Geschwindigkeiten höher liegt als bei großen Geschwindigkeiten. Schon innerhalb der einzelnen Reihen von je fünf Stellen, bei deren mittelster die Geschwindigkeit am stärksten ist, liegt die Schwelle hier im allgemeinen tiefer als an den äußeren Stellen. Diese Beziehungen lassen sich aus Tabelle VII ablesen, wenn jedesmal das Mittel von eS und gS genommen wird.

Deutlicher aber noch ist das Steigen der Schwelle bei geringen Geschwindigkeiten, wenn der Mittelwert aller bei der Schwingungsdauer $T = 2{,}1$ gewonnenen Schwellen mit dem entsprechenden Mittelwert der Schwingungsdauer $T = 1{,}2$ verglichen wird. Bei dem Beob. K. beträgt die mittlere Schwelle für $T = 2{,}1$ 16^σ, für $T = 1{,}2$ 12^σ; bei dem Beob. S. finden sich die Werte 25^σ und 16^σ und schließlich bei dem Beob. H. 40^σ und 33^σ. Das Sinken der Schwelle bei der größeren durchschnittlichen Geschwindigkeit deutet darauf hin, daß die räumliche Auffassung des Simultaneitätsbereichs sich nicht genau reziprok zu den Geschwindigkeiten ändert, sondern daß sie bei großen Geschwindigkeiten sich langsamer ändert. Der Winkelraum der Sektoren in Graden gemessen nimmt zwar bei großen Geschwindigkeiten zu, aber weniger als die Konstanz des Quotienten aus Weg und Geschwindigkeit erfordern würde.

Auch ohne weitere Voraussetzungen über die Art und Weise, wie aus den vier Einstellungen eine mittlere Verschiebung abgeleitet werden könnte, ist ersichtlich, daß die hier auftretenden Verschiebungen beträchtlich geringer sind, als die von früheren Beobachtern ermittelten. Die Abnahme der Verschiebungen rührt augenscheinlich von der exakteren Beobachtungsweise her: es ist hier im allgemeinen darauf hinzuweisen, daß jede psychische Täuschung von den Bedingungen abhängig ist, unter denen der Vergleich angestellt wird, und bei exakteren Vergleichsbedingungen in der Regel abnimmt.

Obgleich also die zugrunde gelegte Beobachtungsweise jedesmal zu einem Grenzwerte führte, haben doch die günstigeren Vergleichsbedingungen die Größe der Zeitverschiebung beträchtlich herabgesetzt.

Es wäre ein falscher Objektivismus, von der Größe der Zeitverschiebung schlechthin zu sprechen, die unter bestimmten objektiven Bedingungen notwendig eintreten müßte. Es treten vielmehr immer auch die Bedingungen unserer Auffassung hinzu: und es ist Sache des psychologischen Experimentes, ebenso, wie den Einfluß der objektiven Bedingungen, auch den Einfluß dieser Bedingungen unserer Auffassung auf den Ausfall der Resultate nachzuweisen. In zweiter Linie gibt die Ableitung einer Sukzessionsschwelle aus diesen Beobachtungen Veranlassung, an die Schwellen für die Gleichzeitigkeit von momentanen Eindrücken aus disparaten Sinnesgebieten zu erinnern, die von Weyer (Philos. Stud. Bd. 14, 1898) in großem Umfange untersucht worden sind. Der Unterschied, den er zwischen den Schwellen je nach der Einstellung der Aufmerksamkeit fand, entspricht der hier abgebildeten Sukzessionsschwelle. Er ist im Durchschnitt etwas größer als die von mir gefundene Schwelle; ein Hinweis darauf, daß die Schwankungsbreite der zeitlichen Einordnung eines momentanen Eindrucks in eine Reihe kontinuierlicher Eindrücke wegen der günstigeren Vergleichsbedingungen in engere Grenzen eingeschlossen ist.

6. Der Simultaneitätsbereich als Funktion der mittleren Verschiebung.

In derselben Weise wie bei der Methode der mittleren Fehler im mittelbaren Verfahren aus den einzelnen Einstellungen der mittlere variabele Fehler gewonnen wird, läßt sich auch hier ein mittlerer Simultaneitätsbereich ableiten, welchem der mittlere variabele Fehler proportional gesetzt werden darf. Als Verschiebung dieses Simultaneitätsbereiches ist die mittlere Verschiebung der einzelnen Einstellungen anzusehen. Der in dieser Weise definierte Simultaneitätsbereich ist das Maß der Sukzessionsschwelle. Die mittlere Verschiebung, die aus den in bekannter Weise wirkenden Täuschungsfaktoren entsteht, ist im folgenden als unabhängige Variabele gedacht, als abhängige Variabele die Sukzessionsschwelle: diese Abhängigkeit darzutun ist unsere Aufgabe.

Vielleicht ruft die zur Rechtfertigung der Problemstellung herangezogene Analogie, der zufolge die mittlere Verschiebung gerade der Schätzungsdifferenz entsprechen muß, den Einwand hervor, es

sei unbegründet, von vornherein überhaupt die Abhängigkeit des Simultaneitätsbereiches von der mittleren Verschiebung vorauszusetzen. Wenn es nicht gelingt die Abhängigkeit aus allgemeinen psychologischen Erwägungen zu begründen, dann muß tatsächlich die Möglichkeit zugegeben werden, daß der Verlauf, der sich dann ergibt, wenn den einzelnen Verschiebungen jedesmal die dort gefundene Sukzessionsschwelle zugeordnet wird, nichts anderes bedeutet als das Schwanken um einen mittleren Wert, der als solcher unabhängig von der Verschiebung besteht.

Dieser Nachweis nun ist nicht schwierig zu führen. Schon die Tatsache, daß der Simultaneitätsbereich oder die Sukzessionsschwelle nur innerhalb eines Gebietes existiert, das durch die größten positiven und negativen Verschiebungen begrenzt wird, die sich beobachten lassen, legt den Gedanken an die Abhängigkeit von den Verschiebungen nahe. Außerdem ist ganz allgemein die Lokalisation eines momentanen Schalleindrucks, der in eine Reihe von Gesichtseindrücken eintritt, die im Bewußtsein die simultane Vorstellung eines Zeitverlaufes bilden, von den Bedingungen des Eindruckes selbst und seiner Apperzeption abhängig. Zu den Bedingungen des Eindrucks gehört aber auch sein objektives Vorkommen an diesem Punkte der Zeitreihe. Je nach der Verschiebung, die an diesem objektiven Vorkommen gemessen wird, ist der wirksame Täuschungsfaktor ein anderer, und da die Breite desjenigen Intervalls, innerhalb dessen die Lokalisation der Willkür anheimgegeben ist, von diesem Täuschungsfaktor abhängt, ist sie ihrerseits als eine Funktion der objektiven Verschiebungen aufzufassen.

Über die Art und Weise der Abhängigkeit können nur die Beobachtungen Aufschluß geben. Wohl lassen sich schon rein theoretisch auch spezielle Abhängigkeitsformen aufstellen. Man könnte etwa vermuten, der Täuschungsfaktor habe eine ursprüngliche Tendenz des Eindrucks, an die ihm objektiv gebührende Stelle lokalisiert zu werden, zu überwinden. Bei einer großen Verschiebung wird dieser Tendenz stark entgegengearbeitet oder bildlich gesprochen, die Nachgiebigkeit des Bandes zwischen dem Eindruck und seiner Stelle in der Zeitreihe wird stark in Anspruch genommen. Infolgedessen ist jetzt die Schwankungsbreite gering. Bei kleinen Verschiebungen dagegen ist diese Nachgiebigkeit nur wenig in Anspruch

genommen: darum ist jetzt eine viel größere Schwankungsbreite möglich. Den kleinen Verschiebungen wären also große, den großen kleine Simultaneitätsbereiche zugeordnet. Diese Überlegungen könnten unmittelbar an den Beobachtungen geprüft werden, und zwar würden sie in diesem Falle nicht bestätigt werden. Es verhält sich hier wie so oft bei experimentellen Untersuchungen. Aus allgemeinen Erwägungen ergibt sich die Problemstellung, für die theoretisch mehrere Lösungen vermutet werden können: das Experiment entscheidet für eine dieser Lösungen und wirkt auf eine schärfere Fassung der Voraussetzungen zurück.

Die Zahlen, um die es sich hier handelt, lassen sich durch einfache Mittelziehung der Tabelle VI entnehmen; die Verhältnisse lassen sich am leichtesten in einer graphischen Darstellung veranschaulichen, in welcher als Abszissen die Verschiebungen und als Ordinaten die Winkelöffnungen der Simultaneitätsbereiche jedesmal in σ eingetragen sind. Die Bedingungen der Geschwindigkeit, der Beschleunigung, der Bewegungsrichtung, der Lage zur Symmetrieachse sind nun nicht mehr isoliert; sie alle konstituieren den jeweils wirksamen Täuschungsfaktor und einzig dieser Täuschungsfaktor ist hier als unabhängige Variabele gedacht. Für den Verlauf der Kurve ergaben sich so für jeden Beobachter 20 Punkte; jeder dieser Punkte aber ist in der besprochenen Weise schon als ein Mittelwert gegeben. Falls zu verschiedenen Simultaneitätsbereichen die gleiche Abszisse gehörte, wurde nur ihr Mittel als Ordinate angegeben; daher enthalten die Kurven im allgemeinen weniger als 20 Punkte. Allerdings nehmen die Abszissen dieser Punkte nicht gleichmäßig zu; da die kleinen Verschiebungen häufiger sind als die großen, liegen in der Nähe des Nullpunktes mehr bekannte Punkte der Kurve als in großer Entfernung. Eine rechnerische Behandlung der Resultate würde hierdurch sehr erschwert, während das graphische Verfahren immer noch die Gestalt der Kurve erkennen läßt. Entsprechend der allgemeinen Methode des Mittelziehens mußte schließlich auch den totalen Null-Lagen eine mittlere Verschiebung zugesprochen werden. Unter den auf diese Weise gewonnenen Kurven hat die des Beobachters K. (Fig. 4a) den einfachsten Verlauf. Außerhalb eines Intervalls von etwa 6^{σ}, welches den Nullpunkt einschließt, mißt der Simultaneitätsbereich mit geringen Schwankungen 16^{σ}; mit negativ

zunehmenden Verschiebungen scheint die Kurve zu steigen und mit positiv zunehmenden so zu schwanken, daß das Niveau im ganzen sinkt. In dem kleinen Bereich von 4^{σ}, der den Nullpunkt enthält,

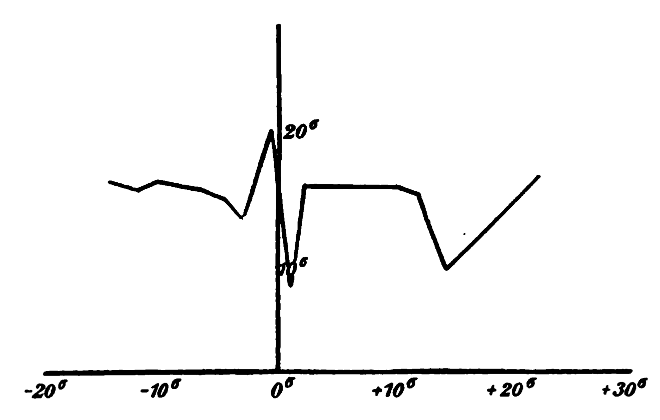


Fig. 4a. Abszisse: Mittlere Verschiebung. Ordinate: Ausdehnung des Simultaneitätsbereiches. (Beob. K.)

folgt auf ein Maximum ein Minimum. In der Kurve des Beobachters H. (Fig. 4b), der zu positiven Verschiebungen neigt, ist der allmähliche Abfall mit zunehmenden positiven Abszissen deutlich zu sehen; zwischen -12^{σ} und $+2^{\sigma}$ liegen in derselben Reihenfolge wiederum das Maximum und das Minimum, die sich gegen ein Niveau von 43^{σ} abheben; der weitere Verlauf im negativen ist nicht ausgebildet. Die Kurve des Beobachters S. (Fig. 4c) schließlich zeigt ein längeres Stück dieses negativen Verlaufes; Maximum und Minimum liegen hier zwischen -9^{σ} und $+2^{\sigma}$ gegen ein Niveau von 20^{σ}; der positive Teil sinkt wiederum gegen die Abszissenachse. Die Gemeinsamkeiten dieser Kurven sind um so bedeutungsvoller, als sie für eine so verschiedene mittlere Größe des Simultaneitätsbereiches gelten. Die Sukzessionsschwelle steigt mit zunehmenden negativen Verschiebungen und sinkt mit zunehmenden positiven Verschiebungen; in einem den Nullpunkt einschließenden Gebiete folgt auf ein Maximum der Schwelle ein ebenso ausgesprochenes Minimum.

Die Interpretation dieser Erscheinungen muß von den Eigenschaften des Täuschungsfaktors ausgehen. Bisher wurde der Täuschungsfaktor nur durch die aus ihm resultierende Verschiebung charakterisiert; neben dieser Richtung aber hat der Täuschungsfaktor

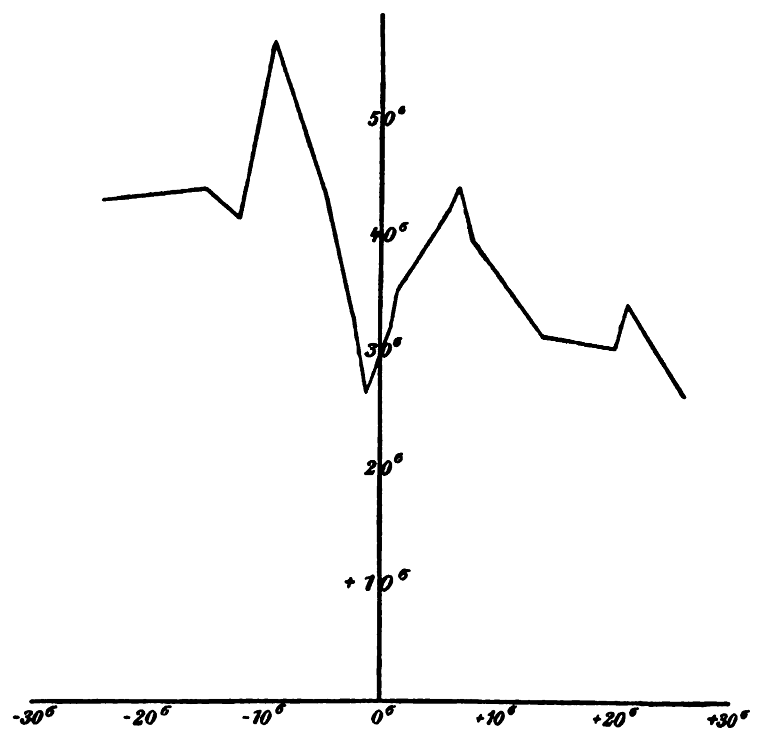


Fig. 4b. Abszisse: Mittlere Verschiebung. Ordinate: Ausdehnung des Simultaneitätsbereiches. (Beob. H.)

auch eine Stärke, die an der Innigkeit der Verbindung gemessen wird, welche zwischen Zeigerstellung und Klingelzeichen besteht.

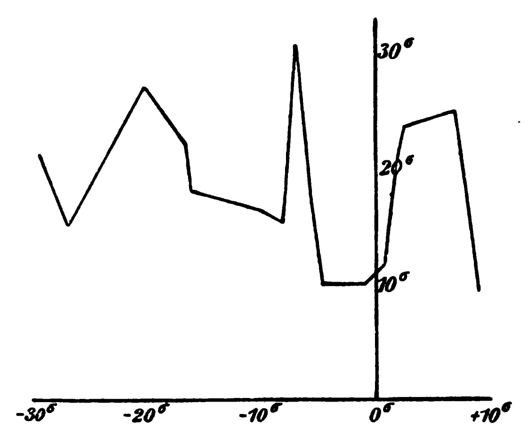


Fig. 4c. Abszisse: Mittlere Verschiebung. Ordinate: Ausdehnung des Simultaneitätsbereiches. (Beob. S.)

Allerdings steht die Größe der Sukzessionsschwelle nicht in einer eindeutigen Beziehung zur Stärke des Täuschungsfaktors: neben der Vermutung, daß die Schwelle mit zunehmender Stärke des Täuschungsfaktors auf Grund eines von der Stelle der Lokalisation ausgehenden assimilativen Einflusses steige, steht mit gleichen Ansprüchen die Vermutung, daß die Schwelle in diesem Falle sinke auf Grund eines kontrastierenden Einflusses, der gerade wegen der innigen Verbindung zwischen Zeigerstellung und Klingelzeichen zur Geltung käme.

Darum scheint die Stärke des Täuschungsfaktors, die vielleicht bei verschiedenen Richtungen des Täuschungsfaktors sehr verschieden ist, nicht von entscheidendem Einfluß auf die Größe des Simultaneitätsbereichs zu sein: vielmehr handelt es sich hier um das Verhältnis der assimilierenden und der kontrastierenden Einflüsse, die den Verlauf der Grenzen eines Bereiches bestimmen, innerhalb dessen die von der Stärke des Täuschungsfaktors abhängige Innigkeit der Verbindung das Gleichgewichtsbewußtsein aufrecht erhält. Das Verhältnis, in dem diese beiden Einflüsse zur Geltung kommen, ist nun aber durch die Richtung des Täuschungsfaktors bestimmt.

Bei dem positiven Täuschungsfaktor hat sich die Anpassung der Aufmerksamkeit von einem Eindruck zum andern noch nicht vollendet; die Verbindung zwischen den disparaten Eindrücken löst sich wegen des Kontrastes schon bei geringer Änderung der Lokalisation: die Schwelle sinkt. Umgekehrt ist bei dem negativen Täuschungsfaktor die Anpassung schon vollendet; von der Stelle der Lokalisation geht ein assimilativer Einfluß aus: die Schwelle steigt. Bei der Annäherung an den Nullpunkt von der negativen Seite her wird ein Punkt erreicht, in welchem die Kontrasteinflüsse am meisten zurückgedrängt sind, weil der Nullpunkt selbst ziemlich weit in die Mitte des Bereiches rückt: dies ist das Maximum der Schwelle. Es liegt bei kleinen negativen Verschiebungen, in denen nur ein geringfügiger Täuschungsfaktor wirksam ist. Schließlich sinkt die Schwelle auf ihr Minimum, wenn auch dieser geringe negative Täuschungsfaktor zurücktritt. Das Minimum liegt also positiv zu jenem Maximum in großer Nähe des Nullpunktes.

Falls ein solcher Antagonismus des assimilierenden und des kontrastierenden Einflusses besteht, muß er auch in der Gruppierung der

vier Einstellungen zutage treten Es ist nämlich die Differenz zwischen A_r und A_l auf der einen und E_l und E_r auf der anderen Seite, d. h. das Grenzintervall oder der Rand des Bereiches als ein Maß für die Wirksamkeit dieser Einflüsse aufzufassen. Dieser Rand ist entweder ein Gebiet zwischen Einstellungen, die sich von entgegengesetzten Seiten her bewegen und sich nicht erreichen, oder seine Winkelöffnung ist gleich dem Betrage, um den sich zwei einander entgegengesetzt fortschreitende Einstellungen überschneiden. Im ersten Falle herrscht in dem Rande jedesmal der zu dem außerhalb bestehenden entgegengesetzte Apperzeptionszustand; seine Grenzen entstehen also durch eine Kontrastwirkung; darum rücken diese Grenzen um so weiter auseinander, je stärker die Wirksamkeit des kontrastierenden Einflusses ist. Im zweiten Falle dagegen herrscht in dem Rande derjenige Apperzeptionszustand, welcher sich schon außerhalb mit der Marke verknüpfte. Hier tritt also eine assimilierende Tendenz zutage; und je größer die Überschneidung der Grenzlinien ist, eine um so stärkere Tendenz zur Assimilation muß vorausgesetzt werden. Bei der Gruppe I sind beide Ränder durch Assimilationen gebildet, bei der Gruppe II beide durch Kontrast; bei der Gruppe I^a ist der linke Rand von der ersten, der rechte von der zweiten Art; und bei der Gruppe II^a liegt das umgekehrte Verhältnis vor.

Da die beiden Einflüsse stets zusammen wirken, kann schließlich die Größe des Randes nur ein Maß für die Differenz der beiden Einflüsse sein; wenn der Rand verschwindet, sind die beiden Einflüsse als gleich stark anzunehmen. Die Wirksamkeit der beiden Einflüsse kann hier keine andere sein, als sie für den ganzen Simultaneitätsbereich angenommen wurde, und gerade die Variation der Bedingungen hat zur Folge, daß die Darlegung der Gesetzmäßigkeit dieser Ränder zu einem wahren experimentum crucis für die Triftigkeit der vorhin versuchten Interpretation wird. Zunächst steht mit der allgemeinen Verteilung, bei der die Gruppe I niemals positiv und die Gruppe II niemals negativ liegt, in Einklang, daß I nur assimilierte Ränder und II nur Kontraständer hat, woraus wiederum der Schluß zu ziehen ist, daß im negativen die assimilierende, im positiven die kontrastierende Tendenz vorherrscht. Ferner läßt sich den Tabellen V und VI leicht entnehmen, daß folgende Verteilung gilt:

I^a^p: $lR < rR$; $Ra < Rc$ (lR = linker Rand,
I^a^n: $lR > rR$; $Ra > Rc$ rR = rechter Rand,
II^a^p: $lR > rR$; $Rc > Ra$ Ra = assimilierter Rand,
II^a^n: $lR < rR$; $Rc < Ra$ Rc = Kontrast-Rand).

Auch diese Relationen bestätigen die für die Wirksamkeit der beiden Tendenzen angegebene Regel. Ein anschauliches Bild dieser Verhältnisse läßt sich vollends durch eine in Analogie zu der vorigen gebildete graphische Darstellung entwerfen (Fig. 5 a, b, c). *Rc* und

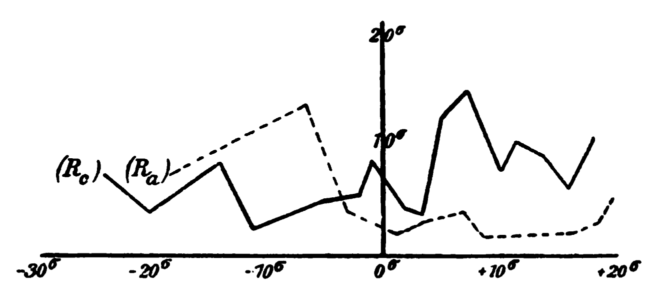


Fig. 5a. (Beob. K.)

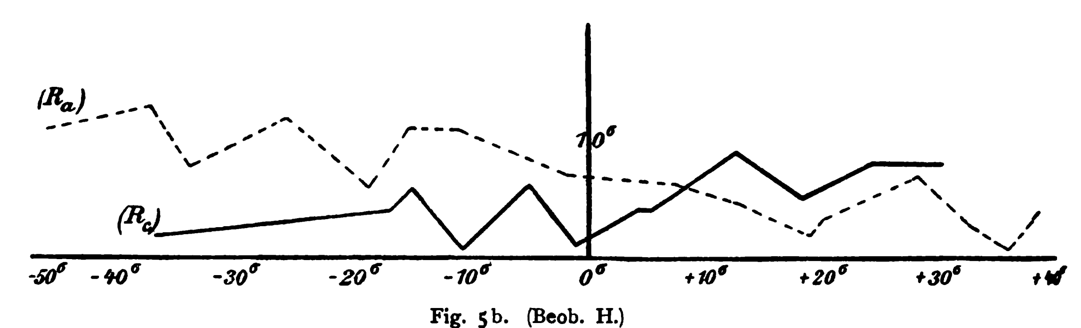


Fig. 5b. (Beob. H.)

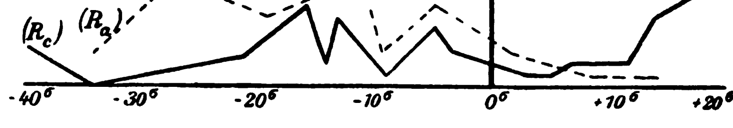


Fig. 5c. (Beob. S.)
Abszisse: Mittlere Verschiebung des Randes. Ordinate: Breite des Randes.

Ra werden als Ordinaten eines Linienzuges dargestellt (*Ra* ist gestrichelt) und als zugehörige Verschiebungszeit ist diesmal die mittlere

Verschiebung des Randes genommen. Dabei wurde die ganze Abszisse in Intervalle von 2^σ eingeteilt und für den Fall, daß mehrere Ordinaten in dasselbe Intervall fielen, nur jeweils der Mittelpunkt dieser Ordinaten als ein Punkt des Linienzuges angegeben. Die Linienzüge *Rc* und *Ra* sind daher im allgemeinen nicht aus der gleichen Anzahl von Punkten gebildet: indessen scheint die ausschließliche Betrachtung der Differenzen der Ordinaten hierdurch noch nicht hinfällig zu werden. In allen drei Figuren tritt der Abfall der *Ra*-Linie vom negativen ins positive und der Anstieg der *Rc*-Linie in der gleichen Richtung zutage. Die beiden Linien schneiden sich in der Nähe des Nullpunkts. Daß hier ein Schnittpunkt beider Linien liegt, ist schon deshalb zu erwarten, weil die Anpassung der Aufmerksamkeit mit der Reihenfolge der Eindrücke gleichen Schritt hält, und darum das Verhältnis der beiden Antagonisten durch die Art und Weise der Anpassung der Aufmerksamkeit überhaupt nicht beeinflußt wird.

Wenn die Punkte dieses Linienzuges, die gleiche Abscissen haben, aufeinander bezogen werden dürfen, obgleich die zugehörigen Bereiche nicht dieselbe mittlere Verschiebung haben, dann kann auch die Differenz zwischen der *Rc*-Ordinate und der *Ra*-Ordinate als Maß dieser Einflüsse benutzt werden. *Rc—Ra* ist nämlich gleich der doppelten Differenz des kontrastierenden und des assimilierenden Einflusses. Ist der erste dem zweiten überlegen, so ist diese Differenz positiv: das findet bei positiven Verschiebungen statt. Ist aber der zweite dem ersten überlegen, so ist diese Differenz negativ, das findet bei negativen Verschiebungen statt. Zu Null werden kann die Differenz nur, wenn die beiden Einflüsse gleich sind. Daß dies nur in der Nähe des Nullpunktes stattfindet, ist eine erneute Bestätigung für die Abhängigkeit des Verhältnisses der beiden Einflüsse von dem Spannungswachstum der Aufmerksamkeit.

Neben dieser Abhängigkeit der Schwelle von der mittleren Verschiebung steht die Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, auf die früher hingewiesen wurde. Ist die Schwelle aber als Funktion der Verschiebung und zugleich als Funktion der Geschwindigkeit bekannt, so ist hiermit auch eine Funktion zwischen Verschiebung und Geschwindigkeit gegeben. Eine solche Abhängigkeit ist längst bekannt, als die Regel, daß mit zunehmenden Geschwindigkeiten die Ver-

schiebungen einer positiven Tendenz unterliegen. Im ganzen herrschten an den beobachteten Stellen acht verschiedene Geschwindigkeiten; in der folgenden Tabelle VIII ist für jede Geschwindigkeit der Mittelwert der zugehörigen Simultaneitätsbereiche in σ angegeben.

Tabelle VIII.

	$T = 2.1.$				$T = 1.2.$			
Beob. c:	11.0	13.4	15.2	16.6	19.3	25.4	27.0	29.1
K.	16	16	17	16	12	12	11	12
S.	31	23	19	27	17	21	10	15
H.	42	38	34	45	35	36	33	28

Die kleinen Unterschiede, welche daher rühren, daß die Simultaneitätsbereiche von den Stellen, für welche die Geschwindigkeiten berechnet sind, um den Betrag der mittleren Verschiebung abweichen, sind vernachlässigt.

Soweit nun in dieser Tabelle ein Sinken der Schwelle mit zunehmender Geschwindigkeit besteht, um genau so viel ist auch in dem Verlauf der in Fig. 4 gezeichneten Kurven die Wirksamkeit dieses Einflusses anzuerkennen: denn bei kleinen Geschwindigkeiten besteht eine Tendenz zu negativen, bei großen eine solche zu positiven Verschiebungen. Da nun im allgemeinen die stark negativen mittleren Verschiebungen bei geringen, und die stark positiven bei starken Geschwindigkeiten beobachtet wurden, ist schon hiernach ein Steigen der Kurven mit negativ wachsenden, und ein Sinken mit positiv wachsenden Verschiebungen zu erwarten. Trotzdem ist die vorhin versuchte Interpretation, welche diesen Einfluß noch nicht heranzog, nicht überflüssig. Denn sonst müßte nicht nur durch die Geschwindigkeit die Verschiebung eindeutig bestimmt sein, sondern es müßte auch die Verschiebung eine eindeutige Funktion der Schwelle sein; d. h. jedem Werte der Schwelle müßte nur eine ganz bestimmte Verschiebung zugeordnet sein. Nun zeigt ein Blick auf die Kurven, daß derselbe Wert der Schwelle bei ganz verschiedenen Verschiebungszeiten vorkommen kann, andrerseits zeigt die Tabelle VI für dieselben Geschwindigkeiten verschiedene Verschiebungszeiten. Es ist demnach anzunehmen, daß auch die Schwelle nicht eindeutig durch die Geschwindigkeit bestimmt sei. Wenn man die einzelnen Werte wirklich bildet, deren Mittel in Tabelle VIII verzeichnet sind, finden sich

beträchtliche Differenzen, die eine eindeutige Abhängigkeit der Schwelle von der Geschwindigkeit sehr in Frage stellen. Andrerseits kommt auch wieder der gleiche Wert der Schwelle bei verschiedenen Geschwindigkeiten vor. Daher ist es nicht möglich, die Verschiebung und die Schwelle als eindeutig abhängig von der Geschwindigkeit darzustellen, sondern die Geschwindigkeit steckt nur als Teilbedingung in dem Täuschungsfaktor, dessen Maß die mittlere Verschiebung ist: diesen Verhältnissen suchte die obige Interpretation Rechnung zu tragen.

7. Die Verteilung im Innern des Simultaneitätsbereiches.

Im Anschluß an diese Betrachtungen, in denen es sich nur um die Grenzen des Simultaneitätsbereiches handelte, erhebt sich schließlich noch die Frage nach der Verteilung der Innigkeit der Verbindung zwischen Zeigerstellung und Klingelschlag im Innern des Bereiches. Sofern im vorhergehenden die Abhängigkeit des Simultaneitätsbereiches von der mittleren Verschiebung dargelegt wurde, ist zugleich auch jedem Täuschungsfaktor ein Bereich zugeordnet; d. h. die Wirksamkeit des Täuschungsfaktors verrät sich zunächst darin, daß die Lokalisation innerhalb eines bestimmten Bereiches zu erfolgen vermag. Der Täuschungsfaktor wirkt demnach nicht nach einem Punkte, sondern schon nach einem Bereiche hin.

Nun kann aber doch auch wieder innerhalb eines solchen Bereiches eine Verteilung angenommen werden und zwar auf Grund der Streuung, die sich bei den einzelnen Einstellungen findet, durch welche die Grenzen des Bereiches bestimmt werden. Die Streuung der einzelnen Einstellungen ist reziprok der Schärfe des Übergangs von dem Simultaneitätsbereich in die anschließende Zone oder umgekehrt. Aus der Schärfe dieses Übergangs können auf die Verteilung im Innern unmittelbar keine Schlüsse gezogen werden. Denn wenn die Innigkeit der Verbindung als Funktion der inneren Punkte des Bereiches gedacht ist, so ist diese Funktion nur an den vier Punkten A_l, E_l, E_r und A_r gegeben, und bei E_l und A_r ist sie außerdem gleich Null. Sicherlich ist von dem Anstieg der Kurve in diesen vier Punkten die Streuung der einzelnen Einstellungen in irgend welcher Weise abhängig; wenn diese Abhängigkeit bekannt wäre, könnten die Tangenten der Kurve in diesen vier Punkten und aus

ihrem Schnittpunkt wenigstens die ungefähre Lage des Maximums ermittelt werden. Andrerseits könnte aus der Lage des Maximums die Art und Weise der Abhängigkeit erschlossen werden.

Da aber hier weder die Art und Weise der Abhängigkeit noch auch die Lage des Maximums bekannt ist, kann aus den Streuungen allein nicht auf die Verteilung im Inneren geschlossen werden. Auch die Herstellung einer zweiten Versuchsreihe, in welcher der Punkt der günstigsten Verbindung als Punkt der häufigsten Lokalisationen direkt zu bestimmen wäre, würde deshalb nicht zum Ziele führen, weil die Bedingungen, unter denen dieses Maximum gewonnen würde, von den hier vorliegenden zu sehr abwichen, als daß eine unmittelbare Angleichung der Resultate möglich wäre[1]).

Nur soviel ist sicher, daß aus der Gleichheit der Streuung für die vier Einstellungen auf eine symmetrische Verteilung im Innern geschlossen werden kann. Ich habe mich an einer Reihe von Beispielen überzeugt, daß namentlich für die kleinen Bereiche die Streuungen an den vier Punkten nicht allzusehr voneinander abwichen; so daß das Maximum der Verbindung und damit die eigentliche Richtung des Täuschungsfaktors unbedenklich an den Ort der mitt-

---

[1]) Unter der Voraussetzung, daß das Produkt aus der Streuung und der an der inneren Grenze des Streuungsbereiches bestehenden Innigkeit der Verbindung konstant sei, ist das Steigmaß der Kurve dem Quadrate der Streuung reziprok. Die Abszissen der vier Einstellungen seien $x_1 \ldots x_4$, die Winkel zwischen den Tangenten und der X-Achse $\alpha_1 \ldots \alpha_4$; wenn dann angenommen wird, daß die Abszisse des Maximums x_m zusammenfalle mit der Abszisse des Schnittpunktes der Winkelhalbierenden der für die beiden A-Einstellungen und die beiden E-Einstellungen ermittelten Tangenten, so ergibt sich der folgende analytische Ausdruck:

$$x_m = \frac{\sum\limits_{r=1}^{r=4} x_r \sin \alpha_r \cos \alpha_{r+2}}{\sum\limits_{r=1}^{r=4} \sin \alpha_r \cos \alpha_{r+2}},$$

in welchem die Indizes in zyklischer Vertauschung die Zahlen 1 bis 4 durchlaufen. Ist dieser Ausdruck gleich $\frac{1}{4}\sum\limits_{r=1}^{r=4} x_r$, dann fällt das Maximum mit dem arithmetischen Mittel zusammen, ist er größer, so liegt das Maximum positiv, ist er kleiner, so liegt es negativ zu ihm. Dies nur als ein Beispiel. Im übrigen sind die Voraussetzungen viel zu unsicher, als dass es ratsam erschiene, eine solche Betrachtung wirklich durchzuführen.

leren Verschiebung verlegt werden konnte. Immerhin traten doch an manchen Stellen auch beträchtliche Unterschiede auf.

In der folgenden Tabelle IX, die sich auf einige Beispiele beschränkt, ist nach der von Wundt (Physiol. Psychol. I, 478) angegebenen Formel der wahrscheinliche Fehler der Einzelbeobachtung in σ ausgedrückt.

Tabelle IX.

1. Hauptl.

$T = 2.1.$

	Beob. K.				Beob. H.			
Stelle	A_l	E_l	E_r	A_r	A_l	E_l	E_r	A_r
265°	7.0	5.9	7.5	10.7	10.4	15.6	15.2	11.7
300°	6.6	6.7	6.3	6.0	14.8	9.9	8.8	11.4
360°	4.6	8.1	7.2	5.3	11.4	9.6	9.9	8.3
60°	11.3	5.4	5.4	8.3	12.3	18.2	9.9	11.4
120°	12.0	10.2	8.5	14.6	16.0	9.6	17.6	16.4

$T = 2.1.$

	Beob. S.			
Stelle	A_l	E_l	E_r	A_r
85°	7.2	10.9	15.6	6.9
120°	10.8	14.0	14.0	12.6
180°	12.3	9.7	13.0	12.3
240°	8.2	10.2	4.7	7.2
300°	13.7	13.3	9.0	10.4

Eine Beziehung der Größe der Streuungen zur Größe des Simultaneitätsbereiches ist unmittelbar nicht abzulesen. Die Streuung scheint vielmehr den individuellen Unterschieden viel weniger unterworfen zu sein als der Simultaneitätsbereich.

Die Schwankungen, welche diese Streuungen bei dem einzelnen Beobachter aufweisen, sind möglicherweise wieder den Geschwindigkeiten zuzuordnen. Aus demselben Grunde, der die Schwelle bei stärkeren Geschwindigkeiten etwas sinken läßt, muß auch die Streuung kleiner werden. (In Tabelle IX herrscht die größte mittlere Streuung an den Stellen kleinster Geschwindigkeit.) Immerhin aber bleiben noch die Unterschiede zwischen den für jede einzelne der vier Einstellungen bestehenden Streuungen. Vielleicht geben die Unregelmäßigkeiten dieser Streuungen nur die schwankende Natur der apperzeptiven Bedingungen zu erkennen, unter denen diese Einstellungen zustande gekommen sind; vielleicht aber spiegeln sie auch eine in den Verhältnissen begründete Asymmetrie des Täuschungsfaktors zu der Gestalt des Simultaneitätsbereiches wieder.

Jedenfalls sind diese Fragen nur in einem allgemeinen Zusammenhange zu entscheiden, hier mündet die Betrachtung der Komplikationserscheinungen schließlich in die Psychologie der Aufmerksamkeit, in deren Erforschung die experimentelle Psychologie gegenwärtig eine ihrer dankbarsten Aufgaben findet.

Über abstrahierende Apperzeption.

Von

Kuno Mittenzwey.

Mit 3 Figuren im Text.

Einleitung.

Wenn ich im folgenden einige Untersuchungen über abstrahierende Apperzeption mitteilen will, so halte ich schon inne bei der Frage, was unter »abstrahieren« zu verstehen sei. Soviel nämlich schon über Abstraktion geschrieben worden ist, so wenig einheitlich ist der Gebrauch dieses Wortes, so wenig pflegen auch die verschiedenen Schriftsteller aufeinander Rücksicht zu nehmen. Hält man aber die tatsächlich verwendeten Bedeutungen aneinander, so stößt man auf eine Menge von Unterschieden, und es kann einem geschehen wie Husserl, der beiläufig sechs verschiedene Begriffe von »abstrakt« gegeneinander abgrenzt[1]). Noch wirrer wird das Bild, wenn man die verschiedenen Abstraktionstheorien betrachtet, die das psychische Zustandekommen abstrakter Inhalte erklären sollen.

Um sich hier zu verständigen, wäre der beste Weg die historische Analyse. Nun ist eine Monographie der Entwicklung des Abstraktionsproblems noch nicht geschrieben worden[2]), und die Einleitung einer Untersuchung ohne historische Absichten gibt dafür gewiß nicht Raum. Nur im schematischen Umriß wollen wir hier die äußersten Pole der Problembehandlung aufzeichnen und vor allem das Auftreten derjenigen Gedanken anmerken, die in der heu-

---

[1]) Husserl, Logische Untersuchungen II, 1901 S. 215 ff.

[2]) Ganz ungenügend die histor. Übersicht bei Maennel, Über Abstraktion, Diss. Gütersloh 1890. Recht brauchbar die Zitate in Eislers philos. Wörterbuch[2] 1904.

tigen Diskussion noch wirksam sind. Dieser historische Exkurs mag außer der terminologischen Verständigung auch den Gewinn bringen, daß man die ganze Weite des Problems erkennt und einsieht, einen wie kleinen Ausschnitt wir nur zur Untersuchung stellen — auf daß man uns nicht am Ende den Fürwitz unterschiebe, als glaubten wir »das Abstraktionsproblem« »gelöst« zu haben. Und auch diese historische Einleitung wolle man nicht dahin mißverstehen, als wenn eine Vollständigkeit auch nur des Schemas erstrebt würde. Wir werden vielmehr von vornherein die Willkür in Anspruch nehmen müssen, unter den verschlungenen Wegen der Geschichte den einzuschlagen, der uns zu unserm Ziele führt, während wir die Seitenwege nur an ihren Abzweigstellen bezeichnen.

Um den Ausgangspunkt kann man verlegen sein. Denn die Abstraktion war zunächst nicht selbständiger Gegenstand des Nachdenkens, sondern wurde mittelbar erörtert in ihren Produkten, den Begriffen. Den Anfangspunkt für die Behandlung der Begriffe aber kann man kaum früh genug ansetzen. Es ist bekannt, wie die Eleaten und Sophisten gegen eine allgemeingültige Erkenntnis des Wirklichen nominalistisch argumentierten, wie dagegen Sokrates zuerst die Begriffe als Erkenntnisideale aufstellte und ihre induktorische Gewinnung praktisch zeigte, wie endlich Plato ihre Bedeutung bis zur metaphysischen Existenz steigerte. Aber eben dies metaphysische Interesse engte die Fragestellung eigentümlich ein: die Begriffe, die als Ideen eine transzendente Existenz führen, sind Gattungsbegriffe — eine Einengung, die die Logik auf Jahrhunderte beeinflußt hat. Auch die Behandlung der Abstraktion ist an dieser Problemstellung orientiert; Plato braucht *ἀφαιρεῖν* für die Gewinnung der Allgemeinbegriffe: *ἀπὸ τῶν ἄλλων πάντων ἀφελὼν τὴν τοῦ ἀγαθοῦ ἰδέαν*[1]). Für den Prozeß der Gewinnung ist wesentlich, daß die Unmöglichkeit einer rein sinnlichen Entstehung mit Entschiedenheit aufgezeigt wird[2]). Da sich aber anderseits Plato nicht dazu erhebt, der Seele eine schöpferische Tätigkeit zuzuerkennen, so sucht er schließlich die Lösung in der bekannten *ἀνάμνησις*.

---

[1]) Rp. VII, p. 534 B.

[2]) Theaet. p. 185 D. E.: *μοὶ δοκεῖ τὴν ἀρχὴν οὐδ' εἶναι τοιοῦτον οὐδὲν τούτοις* (den Begriffen) *ὄργανον ἴδιον ὥσπερ ἐκείνοις* (den sinnl. Eigenschaften), *ἀλλ' αὐτὴ δι' αὑτῆς ἡ ψυχη τὰ κοινά μοι φαίνεται περὶ πάντων ἐπισκοπεῖν.*

Aristoteles erkannte wohl die Einseitigkeit der Einengung auf die Gattungsbegriffe, denen er die Eigenschaftsbegriffe gegenübergestellt[1]). Gleichwohl behalten die allgemeinen Gattungsbegriffe ihr Interesse, da sie das Wesen der Dinge bezeichnen[2]). So ist auch für ihn Abstraktion[3]) das Absehen vom Zufälligen, um das Allgemeine, Gattungsmäßige zu erhalten, z. B.: *ὅσα μὲν οὖν φαίνεται ἐπιγιγνόμενα ἐφ᾽ ἑτέρων τῷ εἴδει, οἷον κύκλος ἐν χαλκῷ καὶ λίθῳ καὶ ξύλῳ, ταῦτα μὲν δῆλα εἶναι δοκεῖ ὅτι ὐθὲν τῆς τῦ κύκλυ ὐσίας ὁ χαλκὸς ὐδ᾽ ὁ λίθος διὰ τὸ χωρίζεσθαι αὐτῶν. ὅσα δὲ μὴ ὁρᾶται χωριζόμενα, οὐθὲν μὲν κωλύει ὁμοίως ἔχειν τύτοις, ὥσπερ κἂν εἰ οἱ κύκλοι πάντες ἑωρῶντο χαλκοῖ (ὐθὲν γὰρ ἂν ἧττον ἦν ὁ χαλκὸς ὐθὲν τῦ εἴδυς), χαλεπὸν δὲ ἀφελεῖν τοῦτο τῇ διανοίᾳ*[4]). Die Gewinnung abstrakter Inhalte geschieht durch Induktion: *τὰ ἐξ ἀφαιρέσεως λεγόμενα ἔςαι δι᾽ ἐπαγωγῆς γνώριμα ποιεῖν*[5]). Aber bekanntlich ist Aristoteles von einem platten Sensualismus weit entfernt. Vielmehr hypostasiert er, um das *καθόλου* zu erklären, eine eigne psychische Kraft, den *νοῦς ποιητικός*. Durch ihn erfaßt die Seele die begrifflichen Formen in den sinnlichen Eindrücken[6]), er ist das von Plato gesuchte Organ hierfür[7]). Er ist aber kein selbständiges »Vermögen«, er kann vielmehr gar nicht ohne den *νοῦς παθητικός* tätig sein[8]), da sich der Intellekt in den Formen der Wahrnehmung bewegt. Den Nachfolgern des Aristoteles bereitete diese Anschau-

---

[1]) Zeller, Philosophie d. Griechen II. T. 2. Abt. 3 1879 p. 204.

[2]) Prantl, Geschichte der Logik im Abendlande I, 1855 p. 219 ff. — Zeller a. a. O. p. 205 und die zit. Belege in der Anmerkg. 3).

[3]) *ἀφαίρεσις*. — Abstrakt heißt meist *τὰ ἐξ ἀφαιρέσεως*, z. B. Met. 1077 b 9. — Anal. post. 81 b 3. — De an. 432 a 5: *τά τε ἐν ἀφαιρέσει λεγόμενα*. — Ebend. 429 b 18; 431 b 12. Gern heißen abstrakt die Gegenstände der Mathematik: Met. 1061 a 29: *καθάπερ δ᾽ ὁ μαθηματικὸς περὶ τὰ ἐξ ἀφαιρέσεως τὴν θεωρίαν ποιεῖται*. — De an. 403 b 15. — De cael. 299 a 16. — Ethic. Nicom. 1142 a 18. — Bemerkt sei noch, daß *ἀφαιρεῖν* gewöhnlich transitiv steht (das passive Partizip Anal. post. 74 a 37). Dieser Gebrauch wurde auf das abstrahere übernommen, und erst seit kurzer Zeit datiert nur die präpositionale Verwendung.

[4]) Met. 1036 a 31.

[5]) Anal. post. 81 b 3.

[6]) De an. 431 b 2: *τὰ μὲν ὖν εἴδη τὸ νοητικὸν ἐν τοῖς φαντάσμασι νοεῖ*.

[7]) Ebend. 431 b 29: *ὐ γὰρ ὁ λίθος ἐν τῇ ψυχῇ, ἀλλὰ τὸ εἶδος· ὥστε ἡ ψυχὴ ὥσπερ ἡ χείρ ἐστιν· καὶ γὰρ ἡ χεὶρ ὄργανόν ἐστιν ὀργάνων*.

[8]) Ebend. 431 a 16: *ὐδέποτε νοεῖ ἄνευ φαντάσματος ἡ ψυχή*. — 430 a 24: *ὁ δὲ παθητικὸς νοῦς φθαρτός, καὶ ἄνευ τύτυ ὐθὲν νοεῖ*.

ung in der outrierten Form der Lehre vom doppelten voüg unüberwindliche Schwierigkeiten[1]); für uns hat sie um so mehr historisches Interesse, beweist sie doch, wie bald man zur Erklärung des abstrahierenden und verallgemeinernden Denkens, nachdem man es nur einmal in seiner Besonderheit erkannt hatte, eines aktiven psychischen Prinzipes bedurfte. —

Dies muß genügen, um die ersten Anfänge zu skizzieren, wie sie für den ferneren Weg richtunggebend gewesen sind. Dieser ist bestimmt durch die metaphysischen Absichten; infolgedessen gilt die Erörterung ausschließlich den Allgemeinbegriffen. Das Abstraktionsproblem erscheint so doppelt eingewickelt in die Frage nach dem Allgemeinen und in die Frage nach dessen Existenz und wird überhaupt nicht als selbständiges Problem formuliert.

Diese Problemfassung ist dann im ganzen Mittelalter geblieben. Die verschiedene Definition von »abstrakt« spiegelt so getreu den ganzen Verlauf des Universalienstreites. Wesentlich neue Gedanken gegenüber dem ererbten Bestand wurden nicht produziert, nur daß sich der scholastische Scharfsinn darin gefiel, zahlreiche Unterarten von Abstraktion zu definieren, deren Merkmale dann bald metaphysischen, bald grammatischen Unterscheidungen entnommen wurden.

Die neuere Philosophie ist eine neue vor allem in den Motiven, die sie bewegen. War früher Herzensangelegenheit die Frage nach der Existenz Gottes, so ist jetzt brennendes Interesse die Möglichkeit der Wissenschaft. Waren früher Gegenstand der Untersuchung vornehmlich die allgemeinen Gattungsbegriffe, so sind es jetzt die allgemeinen Beziehungsbegriffe, insbesondere als wissenschaftlich brauchbare Begriffe. Ihre Gewinnung interessiert nicht als psychischer Vorgang, sondern durch ihren wissenschaftlichen Wert. So wird jetzt die Abstraktion untersucht als logische Methode. Besonders in dem »clare et distincte« Descartes' wird die Verkettung von Abstraktion und methodologischer Erkenntnisforderung[2]) deutlich. Seitdem ist die Abstraktion als logische Methode immer wieder Gegenstand norma-

[1]) Zeller a. a. O. p. 578 Anm. 1.

[2]) Besonders wären hier die regulae ad directionem ingenii (veröffentlicht 1701) zu nennen. Als einzelnes Beispiel die regula XIII: Si quaestionem perfecte intelligamus, illa est ab omni superfluo conceptu abstrahenda, ad simplicissimam revocanda, et in quam minimas partes cum enumeratione dividenda.



tiver Untersuchung gewesen. Wir verfolgen diesen Weg nicht weiter, sondern halten Umschau nach den Ansätzen einer psychologischen Analyse des Abstraktionsprozesses. Bei Descartes ist hierfür die Ausbeute nur gering, entsprechend seiner rationalistischen Art zu analysieren. Um so interessanter ist es zu sehen, wie dieser rationalistische Gedankenblock von Anfängen einer psychologischen Analyse durchsetzt wird in einem Werke, das sich in der Hauptsache ganz zu Descartes' Schule bekennt, in der Logique de Port-Royal.

Schon die Grundeinteilung des Werkes nach den vier Grundoperationen des Denkens: concevoir, juger, raisonner et ordonner[1]), die dann in den Unterteilen in gleicher Weise weitergeführt wird, mutet an wie aus dem Geiste der späteren Vermögenspsychologie. Für das Abstraktionsproblem ist zunächst hervorzuheben die reinliche Scheidung zwischen abstrakt und allgemein. Die Abstraktion geht der Verallgemeinerung voraus und ermöglicht erst die Verallgemeinerung[2]). Abstrahieren im allgemeinen Sinne ist »considérer par parties«. Aber sogleich wird genauer unterschieden. Man kann erstens considérer une partie sans considérer l'autre, parce que ces parties sont réellement distinctes; aber ce n'est pas même ce qu'on appelle abstraction. Eine zweite Art ist es, quand on considère un mode sans faire attention à la substance, ou deux modes qui sont joints ensemble dans une même substance en les regardant chacun à part. Derart ist die geometrische Abstraktion. Die dritte Art endlich liegt vor, quand une même chose ayant divers attributs, on pense à l'un sans penser à l'autre, quoiqu'il n'y ait entre eux qu'une distinction de raison. Wie man sieht, liegt hier dieselbe Unterscheidung vor wie in der cartesianischen Lehre von der distinctio realis, modalis et rationis[3]). Es geschieht hier zum ersten Male, daß das Abstraktionsproblem in Beziehung gesetzt wird zur Distinktionenlehre. Es wäre für unsern Zweck nutzlos, nun etwa diese ganze Lehre mit ihren subtilen Unterscheidungen durch die scholastische Philosophie bis auf Descartes zu verfolgen. Genug, daß bei allen diesen Schriftstellern die distinctio als etwas Seiendes (= Unterschied, Geschiedenheit, im Gegensatz zur identitas oder unitas) gefaßt wird. Von solcher Denk-

[1]) Édit. nouv. par Fouillée, Paris 1879, p. 27.

[2]) Hierzu und zum folgenden Iière Partie, chap. V.

[3]) Princ. philos. I, 60—62.

weise ist auch Descartes noch nicht frei. Obgleich er als Kriterium der vollzogenen distinctio das clare et distincte intelligere regelmäßig anführt, fällt er doch gelegentlich wieder in ganz scholastische Argumentation zurück, z. B.: Itemque ex hoc solo, quod unusquisque intelligat se esse rem cogitantem, et possit cogitatione excludere a se ipso omnem aliam substantiam, tam cogitantem quam extensam, certum est unumquemque sic spectatum, ab omni alia substantia cogitante, atque ab omni substantia corporea realiter distingui. In der Logik von Port-Royal wird nun reinlich die Distinktion als Trennung in unserem Denken aufgefaßt, wie die mitgeteilten Zitate wohl genügend erkennen lassen, und sofort stellt sich auch die Beziehung der Distinktion zur Abstraktion ein.

Noch deutlicher fast als in der Distinktionenlehre wird aber der Fortschritt der art de penser in psychologischer Richtung, als es gilt, die Abstraktion aus allgemeineren Eigenschaften des Bewußtseins zu erklären. Es heißt da: Le peu d'étendue de notre esprit fait qu'il ne peut comprendre parfaitement les choses un peu composées, qu'en les considérant par parties, et comme par les diverses faces qu'elles peuvent recevoir. C'est ce qu'on peut appeler généralement connaître par abstraction. — Man sieht hier, in welch eigentümlicher Weise die Abstraktion in Beziehung gebracht wird zu der Begrenztheit unseres Bewußtseinsumfanges, als ein Ersparen gewissermaßen an psychischer Kraft. Die Gradverschiedenheit der Bewußtseinsinhalte aber, die mit dem begrenzten Umfang gegeben ist, wird noch nicht bemerkt.

Im ganzen sehen wir in der Logique einen beträchtlichen Fortschritt. Die Abstraktion am singulären Objekt wird deutlich von der Generalisation geschieden, wenn sie auch nur als Vorstufe zu dieser erscheint. Sie ist identisch mit der distinctio modalis und rationis und wird in Beziehung gebracht zur Begrenztheit unseres Bewußtseins.

Trotz aller psychologischen Ansätze ist die Grundabsicht des Werkes metaphysisch, geht sie doch darauf aus, einen Rationalismus cartesianischer Observanz zu fundieren. Eine psychologische Analyse in rein empirischer Absicht finden wir erst bei Locke, und in diesem Sinne kann Meinong in Locke den Begründer der modernen Psychologie verehren[1]).

[1]) Hume-Studien II, Ber. der Wiener Akad. phil.-hist. Kl. 1882 p. 576.

Sein unmittelbarer Vorgänger, Th. Hobbes, bei dem scholastische und moderne Gedanken sich so eigentümlich beieinander finden, hatte in der Logik noch einmal die Überlieferung des scholastischen Nominalismus erneuert. So definiert er abstrakt und konkret als einen Unterschied der Namen. Concretum .. est quod rei alicujus quae existere supponitur nomen est...; ut corpus, mobile, motum, figuratum, cubitale, calidum, frigidum, simile, aequale ... Abstractum est, quod in re supposita existentem nominis concreti causam denotat, ut esse corpus, esse mobile, esse motum .... vel nomina his aequivalentia, quae communiter Abstracta dici solent, ut corporeitas, mobilitas, motus, quantitas ...[1])

Bei Locke merkt man noch etwas von der Nähe der mittelalterlichen Problemstellung und des Universalienstreites; er wehrt sich dagegen entschieden nominalistisch: »Das ganze Geheimnis von genera und species, was so viel Lärm in den Schulen verursacht, und außerhalb derselben mit Recht so wenig beachtet wird, besteht in nichts anderem als in den abstrakten Ideen, die mehr oder weniger umfassend und mit Namen versehen sind«[2]). Man sieht aus diesem Zitat zugleich ein zweites: abstrakt und allgemein werden von Locke synonym gebraucht, eine Scheidung der Gegensatzpaare abstrakt-konkret und allgemein-partikulär kennt er nicht[3]). Demzufolge steht Abstraktion synonym mit Verallgemeinerung: »Die dritte (Tätigkeit des Geistes) ist ihre (der einfachen Ideen) Absonderung von allen anderen Ideen, die sie in ihrer wirklichen Existenz begleiten; das nennt man Abstraktion, und so werden alle allgemeinen Ideen gebildet«[4]). Bringt er hier die Abstraktion mit der Verallgemeinerung zusammen, so nennt er anderwärts die Verallgemeinerung Abstraktion: »..der Geist bewirkt, daß die von den einzelnen Objekten empfangenen einzelnen Ideen sich verallgemeinern, was dadurch geschieht, daß sie als im Geiste vorhandene Erscheinungen gewisser Art betrachtet werden, abgesondert von allen anderen Existenzen und den Umständen des reellen Daseins, wie Zeit, Ort oder sonstige beglei-

[1]) Op. philos. quae latine scripsit Vol. I. Computatio I, cap. III, 3.

[2]) Ess. c. h. u. l III, ch 3, § 9, deutsch von Th. Schultze.

[3]) Es bleibe nicht unerwähnt, daß er gelegentlich auch dem Sprachgebrauch des Hobbes folgt, so im ganzen III ch 8 1; es ist aber so isoliert, daß wir nicht darauf Bezug zu nehmen brauchen.

[4]) l. c. l II, ch 12, § 1.

tende Ideen. Dies nennt man Abstraktion, wodurch von einzelnen Dingen entnommene Ideen zu allgemeinen Repräsentanten für alle von derselben Art, und ihre Namen zu allgemeinen Namen werden, die auf alles Existierende anwendbar sind, was solchen abstrakten Ideen entspricht«[1]). Man darf aber darum nicht schließen, daß Locke den Unterschied zwischen Abstraktion und Verallgemeinerung nicht doch gekannt hätte, wenn er ihn auch nirgends formuliert. Er beschreibt: »Wird z. B. heute dieselbe Farbe an der Kreide oder dem Schnee beobachtet, die der Geist gestern von der Milch empfangen hatte, so betrachtet er nur diese Erscheinung allein, macht sie zum Repräsentanten aller von derselben Art, gibt ihr den Namen »Weiße«, ... und so werden allgemeine Begriffe ... gebildet«[2]). Wie man sieht, scheidet hier Locke deutlich zwischen der Abstraktion am einzelnen Objekt und der Verallgemeinerung, wenn er auch diesen Unterschied nirgends herausarbeitet. Wie die Abstraktion geschieht, untersucht er ebensowenig; interessant ist es, an der mitgeteilten Stelle zu sehen, wie sich die »Vergleichstheorie« leise ankündigt. Die Verallgemeinerung aber wird bei Locke überhaupt weniger aus Ursachen, als aus Zwecken erklärt: um die Notwendigkeit unendlich vieler Namen zu vermeiden[3]).

Im ganzen sehen wir, daß bei Locke die Probleme der Abstraktion und Verallgemeinerung enge und ungeschieden beieinander liegen, bis zum synonymen Gebrauch der Bezeichnungen; und wenn noch heutigen Tages gelegentlich »abstrakt« und »allgemein« durcheinander geworfen werden, so ist nicht zum geringsten Locke dafür verantwortlich zu machen. Der Grund der mangelnden Scheidung ist, daß ihn im Grunde nur die Frage der Verallgemeinerung interessierte. Zu deren Lösung aber bildete er die bekannte Theorie von der »allgemeinen Idee« aus; und wie er die Frage nach der metaphysischen Existenz der Universalien scharf nominalistisch zurückgewiesen hatte, so wurde er bei der Untersuchung ihrer psychischen Existenz der Vertreter des extremsten Konzeptualismus.

Lockes großer Widersacher, Leibniz, hat gegen die psychologistische Analyse des Abstraktionsproblems Einwendungen aus dem-

[1]) loc. cit. l II, ch 11, § 9.
[2]) ibid.
[3]) ibid.; cf. außerdem l II, ch 32, §§ 6, 7, 8.

selben Geiste, wie er die ganzen Nouveaux essais beherrscht: die Selbsttätigkeit des Intellekts darzutun. Auch die Tiere, sagt er, erkennen augenscheinlich die Weiße und bemerken sie in der Kreide und im Schnee, aber ce n'est pas encore abstraction, car elle demande une considération du commun, séparé du particulier, et par conséquent il y entre la connaissance des vérités universelles, qui n'est point donnée aux bêtes[1]). Während Leibniz hier dem Lockeschen Sprachgebrauch folgt[2]) und Abstraktion und Verallgemeinerung synonym verwendet, definiert er anderwärts konkret und abstrakt aus metaphysischen Kriterien, wenn er z. B. schreibt: omne accidens est abstractum quoddam, sola vero substantia est concretum[3]) — oder: concreta vere res sunt, abstracta non sunt res sed rerum modi, modi autem nihil aliud sunt quam relationes rei ad intellectum, seu apparendi facultates[4]).

Die psychologischen Untersuchungen aber des Locke wurden von Berkeley weitergeführt. In ihm ist die psychologische Fragestellung vollendet; das mittelalterliche Existenzproblem besteht für ihn nicht mehr, er ist ganz orientiert an den Analysen Lockes, gegen dessen Konzeptualismus er den Nominalismus im modernen Sinne ausbildet. Dazu gelangt er dadurch, daß er die Bedeutung von »Idee«, welche bei Locke bekanntlich promiscue im Sinne von anschaulicher Vorstellung und von Bedeutungsvorstellung steht[5]), einseitig auf die anschauliche Vorstellung einengt. Da nun alle Anschauung individuell ist, und zwar nach der sensualistischen Ansicht jener Zeit individuell wie die Wirklichkeit, so erscheint eine »allgemeine Idee« als evidenter Widersinn. Jene Einengung aber wirkt bis auf den heutigen Tag fort in der Neigung mancher Psychologen, bei der Analyse z. B. des Lesens, der Begriffe usw. nur auf die begleitenden anschaulichen Wortvorstellungen u. dgl. zu reflektieren, so daß es demgegenüber beinahe der Entdeckung der »intentionalen« Akte bedurfte.

Aber Berkeley wendet sich nicht gegen die allgemeinen Ideen

---

[1]) Nouv. ess. II, ch. 11 § 10.

[2]) Ich übergehe auch hier die jener oben erwähnten korrespondierende Stelle über das Nebeneinanderbestehen abstrakter Wörter in einem Urteil, cf. l. III ch 8.

[3]) Ad Des Bosses epistula XXI.

[4]) De stilo philosophico Nizolii XVII.

[5]) Husserl a. a. O. S. 128.

als solche, sondern ausdrücklich gegen die »abstrakten allgemeinen Ideen«[1]). Dies könnte den Anschein erwecken, als wenn er erstens »abstrakt« in einer von »allgemein« verschiedenen Bedeutung gebrauchte, und als wenn zweitens gerade in dieser Abstraktheit der Angriffspunkt für die nominalistische Kritik gegeben wäre, da er »allgemeine Ideen« gelten läßt. Des Rätsels Lösung ist die, daß er in dieser Verbindung »abstrakt« im Lockeschen Sinne einer generalisierenden Abstraktion verwendet[2]), während »allgemeine Idee« für ihn die repräsentative Einzelvorstellung ist, welche ihre stellvertretende Funktion bekanntlich durch den begleitenden Namen erhält.

Aber die generalisierende Abstraktion ist nicht die einzige Bedeutung, in welcher er von Abstraktion spricht; er stellt jener ausdrücklich eine zweite Bedeutung gegenüber, nämlich: »diejenigen Eigenschaften voneinander durch Abstraktion zu trennen oder gesondert zu betrachten, welche nicht möglicherweise ebenso gesondert existieren können«[3]). Man sieht, wie er im Gegensatz zu Locke auch die Abstraktion am Einzelobjekt als eignes Problem kennt und dabei auf die Distinctio rationis kommt, wenn er auch die Bezeichnung nicht anführt. Aber auch diese Abstraktion ist unmöglich. Denn nur die Distinctio realis ist vollziehbar: »ich finde mich selbst befähigt zur Abstraktion in einem Sinne, nämlich wenn ich gewisse einzelne Teile oder Eigenschaften gesondert von anderen betrachte, mit denen sie zwar in irgendwelchem Objekt vereinigt sind, ohne die sie aber in Wirklichkeit existieren können«[4]). Doch dies ist nicht die eigentliche Abstraktion. Für jene aber, die Distinctio rationis, gibt er eine gewisse pointierende Betrachtung zu, nämlich »daß es möglich ist, eine Figur bloß als Dreieck zu betrachten, ohne daß man auf die besonderen Eigenschaften der Winkel oder Verhältnisse der Seiten achtet«[5]). Man sieht hieraus, wie sehr einerseits das psychologische Denken jener Zeit noch an den Gegenständen haftet, so daß es das Vorkommen in der Außenwelt zum Entscheid über das psychische Vorkommen anruft, und wie anderseits Berkeley doch ge-

[1]) Treat. intr. XII.

[2]) ibid. X: »... einen allgemeinen Begriff durch Abstraktion ... zu bilden« und die ganzen Sect. VIII u. IX.

[3]) Treat. intr. X.

[4]) ibid.

[5]) ibid. XVI.

rade bei der Analyse der Abstraktion am Einzelobjekt genötigt wird, ein pointierendes Betrachten gelten zu lassen, obgleich dies einem konsequenten Nominalismus zuwider sein muß.

Diesen Widerspruch beseitigt und den Nominalismus bis zur letzten Konsequenz reinlich durchgeführt zu haben — ob in bewußter Verschiedenheit von Berkeley ist ungewiß —, ist die Tat Humes. Er beginnt in seinem Treatise das Kapitel »Of abstract ideas« folgendermaßen: »A very material question has been started concerning abstract or general ideas, whether they be general or particular in in the mind's conception of them«[1]). Nichts könnte besser zeigen als dies Nebeneinander der verschiedenen Adjektive in diesem einen Satze, wie ungeschieden noch die Probleme beieinander lagen. Es ist bekannt, wie Hume das Vorkommen von allgemeinen Vorstellungen leugnet. Mit drei Argumenten will er die individuelle Bestimmtheit aller Vorstellungen dartun, von denen die wichtigsten aus dem Principium individuationis und aus der absoluten Korrespondenz zwischen impressions und ideas geführt werden. Als ein Motiv mag dazu gekommen sein die Rücksicht auf die Assoziationspsychologie. Denn die Assoziationen spinnen sich zwischen den Vorstellungen, für diese selbst aber ist einfache und unteilbare Existenz zu fordern. Von diesen Voraussetzungen wird wie die allgemeine Vorstellung, so auch die abstrahierende Betrachtung am Einzelobjekt, die Distinctio rationis, unmöglich. Zur Rettung hilft beidemal dasselbe Mittel. Bekanntlich erhält die Einzelvorstellung eine allgemeine Funktion dadurch, daß der begleitende allgemeine Name eine Mehrheit von Einzelvorstellungen derselben Begriffssphäre in potentielle Bereitschaft (in power) ruft. Den gleichen Rekurs auf eine Mehrheit von Einzelvorstellungen nimmt er vor bei der Distinction of reason. »Es ist gewiß, der Geist würde, da eine Gestalt und ein gestalteter Körper in Wirklichkeit weder unterscheidbar, noch verschieden, noch trennbar sind, nie daran gedacht haben, sie zu unterscheiden, hätte er nicht bemerkt, daß selbst in dem, was anscheinend so einfach ist, doch allerlei verschiedene Ähnlichkeiten und Beziehungen enthalten sein können. Wenn uns beispielsweise eine Kugel von weißem Marmor vorgeführt wird, so bekommen wir nur den Eindruck einer weißen Farbe, die in eine

[1]) Treat. Part I. sect. VII.

bestimmte Form gebracht ist... Wenn wir aber später eine Kugel von schwarzem und einen Würfel von weißem Marmor sehen und die beiden mit jenem ersteren Objekte vergleichen, so finden wir zwei verschiedene Ähnlichkeiten in dem, was früher völlig untrennbar erschien und in der Tat (!) auch ist. Haben wir hierin etwas mehr Übung erlangt, so fangen wir an, die Gestalt von der Farbe vermöge einer Unterscheidung durch die Vernunft zu sondern, d. h. wir betrachten die Gestalt und die Farbe zumal, weil sie in der Tat dasselbe und voneinander nicht unterscheidbar sind; aber wir betrachten sie nach verschiedenen Gesichtspunkten, den Ähnlichkeiten entsprechend, welche sie mit anderen Objekten haben. Wenn wir nur die Gestalt der Kugel aus weißem Marmor betrachten wollen... richten wir... stillschweigend unser Augenmerk auf ihre Ähnlichkeit mit der Kugel aus weißem Marmor... Auf diese Weise begleiten wir unsere Vorstellungen mit einer Art Reflexion, von der wir jedoch vermöge der Gewöhnung nur ein sehr undeutliches Bewußtsein haben«[1]). Humes Meinung ist also die, daß die unselbständigen sinnlichen Merkmale von Vorstellungen eigne psychische Existenz nicht haben; sie kommen erst zustande durch Relationen zu anderen Vorstellungen. Die sinnlichen Eigenschaften werden damit faktisch für identisch erklärt mit begrifflichen Attributen, für die ja der Grund in solcher Relationenbildung besteht. Wenn ich also z. B. eine Pflanze als grün auffasse, so soll ich dabei gerade so zu fremden Inhalten bezugnehmen, als wie wenn ich sie als Bergpflanze erkenne. Gewiß zeigt der phänomenale Tatbestand keinerlei Identität dieser Erlebnisse, und die angebliche Reflexion des Betrachters der weißen Kugel darf man wohl getrost als eine Reflexion Humes bezeichnen. Aber Hume hatte ja auch keine rein deskriptiven Absichten, sondern wollte den inneren Erfahrungstatbestand auf einen assoziativen Mechanismus zurückführen — wobei wir hier nicht fragen wollen, wo die Humesche Erkenntnistheorie für diesen Mechanismus Platz ließ, auf den sie doch aufgebaut war. — Die ganze englische Psychologie jener Zeit — und damit kommen wir auf ihre Grundabsichten — geht von dogmatischen Voraussetzungen aus, welche sensualistisch sind insofern, als sie den Vorstellungen, welche

---

[1]) ibid. deutsch von Th. Lipps.

Abbilder der Außenwelt darstellen, mindestens größere psychische Wirklichkeit zuspricht. Von diesen Voraussetzungen aus interessiert zunächst das Universalienproblem. Seine extrem nominalistische Lösung gab Hume. Wenn man sich gewöhnt hat, ihm gegenüber Locke und Berkeley als ganz oder teilweise konzeptualistisch denkend zu bezeichnen, so ist dies vornehmlich richtig in negativem Sinne, da sie die nominalistischen Konsequenzen in populärer Redeweise vermeiden: für die Eigenart von Begriffsgefühlen und Bedeutungserlebnissen fehlt ihnen bei ihren sensualistischen Voraussetzungen noch der Sinn. Da nun aber das Universalienproblem als Problem der psychischen Mechanik, und zwar von der Einzelvorstellung her, in Angriff genommen wird, so begegnet man auf diesem Wege auch dem Problem der abstrahierenden Betrachtung der Einzelvorstellung und behandelt es nebenbei unter der scholastischen Etikette der Distinctio rationis. Und das ist es, was das Abstraktionsproblem der englischen Philosophie verdankt: die abstrahierende Betrachtung der Einzelvorstellung wird als selbständiges Problem erkannt und psychologisch behandelt. Immerhin kam diese Selbständigkeit nicht so deutlich zum Bewußtsein, daß sie auch nur zu einer terminologischen Säuberung geführt hätte. Gleichwohl können wir von jetzt ab das Verallgemeinerungsproblem vernachlässigen und werden nur mehr das »Distinktionenproblem«, d. h. das Problem der abstrahierenden Betrachtung eines Einzelobjektes verfolgen.

Für dies Problem bedeutet gleichwie wie für das Universalienproblem Humes Theorie eine letzte Vollendung des Nominalismus, und darum haben sich später Nominalisten gern nach ihm benannt. Von seinen Zeitgenossen wurde die Theorie häufig bekämpft, freilich mit weniger Scharfsinn als Behagen. Man bediente sich dabei, nachdem die Literatur einen reicheren vulgärpsychologischen Wortschatz entwickelt hatte, gern der »Aufmerksamkeit« zur Erklärung der abstrahierenden Betrachtung — wobei freilich diese Aufmerksamkeit stets unklar und im besten Fall als ein Vermögen gefaßt wurde. So Reid im bewußten Gegensatz zu Hume, auf dem Festland Condillac. Zur Charakterisierung will ich hier einige Stellen gleich von einem Schüler Condillacs, Laromiguière, zitieren, darum weil dieser den Hamilton fruchtbar beeinflußt hat. Interessant sind die Arten der Abstraktion, die er unterscheidet: Chacun de mes sens a . . . pour

objet une qualité spéciale qui lui correspond . . . Chacun de mes sens sépare de toutes les autres qualités la qualité qui lui est analogue; il l'abstrait[1]). So verblüffend diese »abstraction des sens« zunächst erscheint, so ist sie doch gar nicht so unberechtigt. Denn wir erleben ja die Gegenstände der Außenwelt, insofern wir sie als Gegenstände erleben, auch in nicht sinnlich gegebenen Eigenschaften, eventuell fremder Sinnesgebiete, die wir assimilierend dazu tun; diesen gegenüber erscheinen die sinnlich gegebenen Inhalte apperzeptiv bevorzugt. — Der Abstraction des sens stellt Laromiguière die Abstraction de l'esprit und die Abstraction du langage gegenüber. Alle aber sind Leistungen der »attention qui s'arrête sur une qualité d'un objet, et qui, en la faisant dominer sur les autres, l'en sépare en quelque manière, l'en abstrait«[2]).

Dasselbe Verhältnis zwischen Abstraktion und Aufmerksamkeit gibt Hamilton an. »The notion of the figure of the desk before me is an abstract idea, — an idea that makes part of the total notion of that body, and on which I have concentrated my attention, in order to consider it exclusively. This idea is abstract, but it is the same time individual«[3]). Diese Abstraktion führt nun Hamilton weiter zurück auf die Enge des Bewußtseins: »We have... found that the comprehension of the mind is extremely limited; that it can only take cognisance of one object at a time, if that be known with ull intensity; and that it can accord a simultaneous attention to a very small plurality of objects, and even imperfectly. Thus it is that attention fixed on one object is tantamount to a withdrawal, — to an abstraction, of consciousness from every other«[4]). Wir sehen hier, wie die psychologische Analyse schon so weit vorgedrungen ist, daß neben dem Umfang des Bewußtseins auch die Gradverschiedenheit berücksichtigt wird — für die die dogmatische Assoziationspsychologie absolut keinen Blick hatte. Hamilton hat diese Gradverhältnisse besonders untersucht: »... attention is not a separate faculty, or a faculty of intelligence at all, but merely an act of will or desire, subordinate to a certain law of intelligence. This law is,

---

[1]) Leçons de philosophie II[3] 1823 p. 321.
[2]) ibid. p. 327.
[3]) Lectures on Metaphysiks[5] 1870, II, p. 288.
[4]) ibid. p. 285.

that the greater the number of objects, to which our consciousness is simultaneously extended, the smaller is the intensity, with which it is able to consider each ...«[1]).

Wenn der jüngere Mill gegen Hamilton nominalistisch polemisiert hat, so bezog sich das wesentlich auf das Universalienproblem. Dagegen folgt Mill Hamilton in der Auffassung der Abstraktion als einer Funktion der Aufmerksamkeit. »The formation ... of a concept does not consist in separating the attributes which are said to compose it, from all other attributes of the same object, and enabling us to conceive those attributes, disjoined from any others. We neither conceive them, nor think them, nor cognise them in any way, as a thing apart, but solely as forming, in combination with numerous other attributes, the idea of an individual object. But, ... whe have the power of fixing our attention on them, to the neglect of the other attributes with which we think them combined. While the concentration of attention actually lasts, if it is sufficiently intense, we may be temporarily unconscious of any of the other attributes, and may really, for a brief interval, have nothing present to our mind but the attributes constituent of the concept«[2]). —

Bis hierher wollten wir die englische Philosophie verfolgen, weil sie durch J. St. Mill zum letztenmal das Festland nachhaltig beeinflußt hat. Genug, daß in England das Problem von einer einhelligen Lösung wie vordem entfernt ist, daß sich Stellen bei A. Bain lesen wie Humes Distinctio rationis, während Galton die reale typische Vorstellung experimentell abfangen will. — Wir wenden uns jetzt der deutschen Philosophie zu.

Die deutsche Psychologie hat bekanntlich keine so kontinuierliche Tradition aufzuweisen wie die englische; die Ansätze des 18. Jahrhunderts sind seinerzeit vollständig zur Vergessenheit gebracht worden durch die erkenntnistheoretischen Probleme des Idealismus. Wie sehr dieser aber eine psychologische Argumentation vermied, ist bekannt. Wenn Kant z. B. sagt: »Wir müssen nicht sagen etwas abstrahieren (abstrahere aliquid), sondern von etwas abstrahieren (abstrahere ab aliquo)«[3]) und seitdem den Sprachgebrauch bleibend verändert hat,

[1]) ibid. I, p. 237

[2]) An Examination of Sir W. Hamiltons philosophy p. 321.

[3]) Logik § 6.

so denkt er dabei gar nicht daran, psychologische Gründe dafür anzugeben, — und der psychische Tatbestand dürfte auch kaum seine Neuerung befürworten. Wir übergehen die Problemwandlungen, welche der Idealismus brachte, übergehen auch Herbarts[1]) mechanistische Konstruktionen (welche wesentlich zur Erklärung abstrakter Phänomene eine Mehrheit der metaphysisch bestimmten Vorstellungen herbeiziehen) — und geben nur noch ein paar Worte zur Charakterisierung der empirischen Forschung des 19. Jahrhunderts.

In allgemein philosophischer Beziehung brachte diese eine peinliche Verarbeitung des historischen Materials (man denke an Meinongs erste Hume-Studien) und darüber eine Differenzierung der Probleme und Begriffe. Für uns ist wesentlich die Auseinanderhaltung der Begriffspaare konkret-abstrakt, singulär-allgemein. Wir können hier nicht die ganz merkwürdig schwankende Definition dieser Begriffe durch die logische Literatur des 19. Jahrhunderts verfolgen; es würde auch nur ein ziemlich langweiliger Katalog herauskommen.

Im speziellen bewährte sich der empirische Sinn des 19. Jahrhunderts in der Begründung der exakten Psychologie. In doppelter Weise wurde diese Disziplin unserm Problem förderlich. Einmal lehrte sie die »einfachen« Vorstellungen der alten Assoziationspsychologie als höchst komplizierte Produkte erkennen. Damit gewann ihre Struktur, das Verhältnis der Elemente, besonderes Interesse, und während früher die abstrahierende Bearbeitung der Einzelvorstellung nur untersucht wurde, weil sie zur Begriffsgewinnung führte, erscheint uns die Begriffsbildung als eine Frage höherer Ordnung, vor deren Beantwortung elementarere Untersuchungen not tun. Der entdeckte Reichtum der Elemente machte gleichzeitig einen neuen Begriff nötig, der zur Erklärung ihrer Rangordnung erfordert wurde, den der Apperzeption[2]). Die Anwendung dieser beiden Begriffe, der zusammengesetzten Struktur unserer einfachen Vorstellungen und der Apperzeption, auf das Abstraktionsproblem dienten dazu, es mit anderen Bewußtseinstatsachen zu verbinden und in neuen Zusammenhängen zu zeigen, es anderseits von der Verknüpfung mit dem Universalienproblem definitiv zu lösen.

Man merkt die geschilderte Wirkung, wenn sich Wundt über

[1]) Lehrbuch zur Psychologie §§ 179, 180.

[2]) Wundt in der Festschrift für Kuno Fischer 1904, I. S. 44.

das Abstraktionsproblem z. B. folgendermaßen äußert: »Schon der sprachliche Vorgang weist darauf hin, daß es sich hier nicht sowohl um eine absichtliche oder unabsichtliche Vernachlässigung . . . als vielmehr um die aktive Apperzeption bestimmter Elemente einer Vorstellung handelt. Daß diese Elemente vielen Vorstellungen gleichzeitig angehören, ist ein . . . nebensächlicher Umstand, da weder psychologische noch logische Gründe es hindern können, schon einer einzigen Vorstellung gegenüber eine solche auswählende Apperzeption auszuführen«[1]).

Dasselbe Verhältnis zwischen Apperzeption und Abstraktion nimmt Th. Lipps an. Er untersucht zunächst systematisch die Arten der Einheitsapperzeption, die er der Einzelapperzeption gegenüberstellt. Die Einheitsapperzeption zerfällt in die numerische und die komplexe. Letztere kann wieder sein Verflechtung, d. i. ». . . die Vereinheitlichung des qualitativ Disparaten«[2]), und zwar entweder apriorische (z. B. Höhe, Stärke und Klangfarbe) oder empirische Verflechtung (z. B. Härte und Süße im Zucker). Der Verflechtung steht gegenüber die Verwebung, d. i. »die Vereinheitlichung, in der oder soweit in ihr Ähnlichkeit oder qualitative Übereinstimmung das Vereinheitlichende ist«[3]). Sie ist entweder rein qualitativ (Akkord), oder qualitativ und extensiv zugleich (Melodie, Wald). Wichtiger ist die Unterscheidung der Verwebungen in empirische und apriorische. Für die ersteren vergleiche man die eben genannten Beispiele, für die apriorischen nennt Lipps regelmäßig Rotgelb[4]). Diesen Arten der Einheitsapperzeption entsprechen nun ebensoviel Arten der Analyse, d. i. »die Aufhebung oder relative Aufhebung der ungeschiedenen Einheitsapperzeption oder die apperzeptive Verselbständigung von Teilgegenständen«[5]). So korrespondiert der Verflechtung die zerlegende, der Verwebung die differenzierende Analyse.

Unter diese Arten wird nun die Abstraktion eingeordnet. »Die differenzierende und zerlegende Analyse a priori einheitlicher Gegen-

---

[1]) Logik I.[2] p. 52.
[2]) Leitfaden der Psychologie 1903, p. 68.
[3]) ibid.
[4]) ibid. p. 113, p. 115.
[5]) ibid. p. 111.

stände könnte abstrahierende Analyse heißen. Die durch solche Analyse herausgehobenen Teilgegenstände sind »Abstrakta«. Mit dieser Analyse ist jedoch die Abstraktion selbst nicht identisch. Jene besagt, daß ich abstrakte Teilgegenstände im ganzen relativ verselbständige, die Abstraktion, daß ich von solchen absehe.« Die Abstraktion »schließt ein, daß ich in das Apperzipierte die Beziehung der Zugehörigkeit zu dem, wovon ich abstrahiere, mit hineinnehme«. Darum ist das Abstraktum dasjenige, »in dem, bei aller apperzeptiven Verselbständigung, jederzeit der Hinweis (!) auf ein anderes, nämlich dasjenige, von dem ich abstrahiere, notwendig mitapperzipiert wird ... Es ist in diesem Sinne ein ‚unselbständiger' Teilgegenstand ... es ist nicht ein abgetrennter, sondern ein in die ‚unterapperzeptive Sphäre' herabweisender Gegenstand«[1]). — Ob bei der diffizilen Abgrenzung von Abstraktion und abstrahierender Analyse nicht der leidige Sprachgebrauch des »abstrahieren von« im Spiele gewesen ist? Jedenfalls, wenn es das Merkmal der »a priori einheitlichen« Gegenstände ist, daß die apperzeptive Verselbständigung ihrer Teile nur unvollkommen gelingt, so kann dies Merkmal nicht noch einmal verwandt werden, um von der abstrahierenden Analyse dieser Gegenstände die Abstraktion abzugrenzen. Über das Zustandekommen aber der Abstraktion lehrt Lipps: »Die geflissentliche Abstraktion kommt im gegebenen Falle zustande, indem irgendwelches Moment in uns auf die Apperzeption des Gegenstandes der abstrahierenden Apperzeption hinwirkt und nicht zugleich mit hinwirkt auf die Apperzeption dessen, wovon abstrahiert werden soll. Es vollzieht sich dann eine Absorption dieses durch jenes. Jede Abstraktion ist eine solche Absorption«[2]). Damit ist gerade die aktive Abstraktion zurückgeführt auf die Absorption, d. h. auf das »Sichverlieren der Vorgänge«[3]). Wir wollen die eigenartige Vorstellungsmechanik, die mit dieser Reduktion erstrebt wird, nicht näher darstellen und nur anmerken, daß diese, wie alle solche Konstruktionen, der Aktivität der geflissentlichen Abstraktion nicht gerecht zu werden scheint. Lipps scheint das ge-

[1]) ibid. p. 115 f.

[2]) ibid. p. 123.

[3]) ibid. p. 103. — Über psychische Absorption, Sitzungsber. der bayr. Akademie, phil.-hist. Kl. 1901 p. 549 ff.

legentlich in seinem Aufsatz »Über psychische Absorption« selbst zu fühlen. Denn während er da erst versichert: »Die heraussondernde Abstraktion könnte allgemein als abstrahierende bezeichnet werden... Abstraktion im engeren Sinne ist diejenige heraussondernde Absorption, die am unmittelbarsten als solche auffällt«, wendet er dann selbst ein: »Indessen zur Abstraktion gehört ... noch mehr. ‚Abstraktion' ist immer mein Abstrahieren, d. h. es liegt in dem Abstrahieren das Moment der Aktivität ... Demgemäß ist auch die heraussondernde Absorption, die den Charakter der ‚Forderung' hat, nicht eigentlich ‚Abstraktion'«[1]). — Um die Darstellung vollständig zu machen, müßten wir nun noch den Lippsschen Apperzeptionsbegriff entwickeln, insbesondere in den Abweichungen von Wundt. Doch würde auch dies zu weit führen; hier war wesentlich nur auf das übereinstimmende Verhältnis hinzuweisen, in dem bei beiden Schriftstellern die Abstraktion zur Apperzeption steht.

Damit haben wir die Auffassung des Abstraktionsproblems durch die Apperzeptionspsychologie in deren beiden bedeutendsten Vertretern charakterisiert. Demgegenüber kann sich eine kleinere Zahl von Psychologen, besonders die der österreichischen Schule, zur Annahme des Apperzeptionsbegriffes nicht entschließen und behält zur Erklärung der Abstraktion den vulgären Aufmerksamkeitsbegriff[2]). Immerhin erkennt sie in Übereinstimmung mit der Apperzeptionspsychologie die reale psychische Besonderheit der Abstraktionsphänomene an.

Dagegen wird diese nominalistisch in Abrede gestellt von einer Richtung[3]), die Humes Theorie neu beleben will. Dies geschah

---

[1]) l. c. p. 580.

[2]) Meinong, Humestudien I. Berichte der Wiener Akademie 1877, phil.-hist. Klasse p. 193, 200. — Vgl. auch die folgende Anmerkung.

[3]) Die Diskussion über diese Frage ist eigentümlich verschränkt mit der über die Gestaltqualitäten. Da sie jetzt abgeschlossen scheint, so ist vielleicht eine Übersicht über die Literatur willkommen:

1. Zuerst fundierte Ehrenfels die »Gestaltqualitäten«. Ztsch. f. wiss. Philosophie 1890 p. 249 ff.

2. Meinong, »Zur Psychologie der Komplexionen und Relationen«, Ztsch. f. Psych. u. Physiol. II p. 245 ff. akzeptierte sie im wesentlichen.

3. Schumann gab der Diskussion einen neuen Anstoß durch Veröffentlichung der Müllerschen Abstraktionstheorie (Ztsch. f. Psych. XVII p. 107 ff.), in deren

zunächst durch G. E. Müller[1]), der aber keine besondere Veröffentlichung darüber gegeben hat. Dagegen hat sich die Weiterbildung dieser Theorie besonders Cornelius angelegen sein lassen. Die Erklärung ist wesentlich dieselbe wie bei Hume; sie geschieht ebenfalls mit Hilfe der Ähnlichkeitsrelation, die sich in »Ähnlichkeitsreihen« betätigen soll. »Ein ... Abstrahieren ist nichts anderes als das ... Unterlassen einer Vergleichung mit Rücksicht auf irgendwelche Ähnlichkeitsreihen, denen der ... Inhalt noch angehören mag, abgesehen von derjenigen, innerhalb deren man augenblicklich eine Relation desselben zu anderen Inhalten konstatiert hat«[2]). Aber die Motive dieser Reduktion sind reicher. Wohl wird auch noch im Geist der Assoziationspsychologie die Untrennbarkeit der einfachen Vorstellung behauptet[3]). Daneben wird aus Gründen der Denkökonomie erstrebt, die psychologischen Tatsachen auf eine möglichst geringe Zahl von Begriffen, wenn auch mit rationalistischer Vergewaltigung, zu reduzieren. Als so ein zurückzuführender Begriff wird ganz dogmatisch plötzlich im Fortgang des Systems die Aufmerksamkeit erklärt[4]), und zwar wird sie zurückgeführt auf die Wiedererkennung, deren Einfachheit behauptet wird. Neben diesem dogmatischen hat dann Cornelius noch einen genetischen Gesichts-

Verfolg er die Gegenstände höherer Ordnung ablehnte. Ihm entgegnete betreffs der letzteren

4. Meinong, »Über die Gegenstände höherer Ordnung und deren Verhältnis zur inneren Wahrnehmung«, Ztsch. f. Psychol. XXI, p. 182 ff. Jetzt wollte

5. Cornelius »Über Gestaltqualitäten«, Ztsch. f. Psych. XXII, p. 101 ff. vermitteln, indem er die Gestaltqualitäten gerade aus der Schumann-Müllerschen Abstraktionstheorie herleiten wollte. Ihm trat entgegen

6. Lipps, »Zu den Gestaltqualitäten«, Ztsch. f. Psych. XXII, mit der These, daß die Ähnlichkeit die Abstraktion voraussetze, dsgl.

7. Mally, »Abstraktion und Ähnlichkeitserkenntnis«, Archiv f. system. Philos. VI, 1900 p. 291 ff, endlich

8. »Meinong, Abstrahieren und Vergleichen«, Ztsch. f. Psych. XXIV, 1900 p. 34 ff. In diesem Aufsatz äußert sich Meinong lediglich zum Abstraktionsproblem, wobei er die »Abstraktionsansicht« der »Vergleichsansicht« gegenüberstellt (p. 37). Auf diese Angriffe hat dann nochmals

9. Cornelius geantwortet: »Zur Theorie der Abstraktion«, Ztsch. f. Psych. XXIV, p. 117 ff.

[1]) Vgl. vorige Anmerkung 3.

[2]) Psychologie als Erfahrungswissenschaft 1897 p. 55.

[3]) Einleitung i. d. Philosophie 1903 p. 182.

[4]) Psychologie p. 35.

punkt geltend gemacht: »An einem Ton ohne gleichzeitigen Hinweis auf andre Töne kann ich einem Kinde, das jene Begriffe noch nicht besitzt, den Unterschied von Höhe und Klangfarbe nicht klar machen. Die Begriffe dieser Merkmale erhalten erst durch die Erfahrungen ihren Inhalt, welche an einer Reihe von Tönen verschiedener Höhe, an Klängen verschiedener Klangquellen gemacht werwerden«[1]. Wir wollen von diesem psychogenetischen Abstraktionsproblem wohl Notiz nehmen. —

In eigentümlicher Weise nähert sich endlich Külpe der alten Lehre vom »inneren Sinn«. Er ist zugleich m. W. der einzige, der bis jetzt die Abstraktionsvorgänge zum Gegenstand besonderer Experimente gemacht hat[2]. Die Versuche tragen anscheinend einen sehr vorläufigen Charakter: ihre Zahl ist ziemlich gering, die dargebotenen Objekte waren zu kompliziert (Silben), die nebeneinander gestellten Aufgaben ganz unvergleichbar (Aussagen über »Zahl, Farben, Figur, Elemente«) und nicht bei gleichartiger Apperzeptionslage zu lösen. Aber interessant sind die theoretischen Folgerungen, zu denen Külpe kommt. »Ich lege Wert darauf zu konstatieren, daß in den Abstraktionstatsachen unmittelbare Bewußtseinsphänomene vorliegen ... Die Vp. glaubten tatsächlich die Eindrücke in der angegebenen Unbestimmtheit zu sehen, bzw. tatsächlich keine Farbe ... wahrgenommen zu haben. Da nun die Psychologie als Wissenschaft den Empfindungen regelmäßig bestimmte Eigenschaften beilegt, sie aus bestimmten Teilinhalten bestehen läßt, so geht daraus hervor, daß sie zwischen den psychischen Vorgängen und dem Bewußtsein von ihnen unterscheidet ... Daß dieser Unterschied gemacht werden muß, ... daß m. a. W. die alte Lehre von einem inneren Sinn ... eine zeitgemäße Erneuerung finden muß — das ist das prinzipielle Ergebnis, das ich meinen Versuchen entnehmen möchte ... Für unser Bewußtsein gibt es demnach abstrakte Vorstellungen, für die psychische Realität gibt es nur konkrete Vorstellungen. Damit sei zugleich der alte Streit zwischen Nominalismus und Realismus seiner Entscheidung näher geführt.« Auf die erkenntnistheoretischen Bedenken gegen diese Auffassung will ich hier nicht näher eingehen;

[1]) Ztsch. f. Psych. XXIV p. 119.

[2]) Bericht üb. d. I. Kongreß für experiment. Psycholog. in Gießen 1904 p. 56 ff.

auf die experimentellen Resultate Külpes und ihr Verhältnis zu den in der folgenden Untersuchung gewonnenen werde ich am Schluß zurückkommen.

Die Entwicklung der Problemstellung.

I.

So schematisch auch der historische Überblick nur gegeben werden konnte, so wird er doch genügen, um die ganze Weite des Problems und zugleich den elementarsten Angriffspunkt erkennen zu lassen. Wir werden uns beschränken auf das Studium der abstrahierenden Beachtung, die sich an der individuellen und zwar sinnlich gegebenen Vorstellung vollzieht. Damit schalten wir alle Fragen der sog. generalisierenden Abstraktion aus. Wir beabsichtigen nicht, wie Mill u. a. wollten, durch die Abstraktheit des beachteten Merkmals seine Funktion in allgemeiner Bedeutung zu erklären. Wir entgehen damit dem Vorwurf, der mit Recht gegen die »Aufmerksamkeitstheoretiker« geltend gemacht worden ist, daß nämlich das Beachten eines Merkmals dessen Individualität nicht behebt. Diese Abstraktion an der einfachen Vorstellung wollen wir als Gradverstärkung zu erweisen suchen und damit dem allgemeinen Begriff der Apperzeption subsumieren. Dieser Erweis wird zu erbringen sein durch experimentelle, womöglich messende Beschreibung. Bestimmen wir also die Abstraktion in ihren generellen Eigenschaften als Apperzeption, so erhält sie ihre spezifische Determination als abstrahierende Apperzeption durch die Art der Inhalte, an denen sich die Apperzeption vollzieht. Diese sind Merkmale einer Vorstellung, »unselbständige Teilinhalte«, »Idealteile«. — Das ungenügende dieser Bestimmung zwingt uns zu näherer Überlegung.

Wir können uns hier zum Zweck der Verständigung eine systematische Betrachtung dieser Teilinhalte oder Merkmale nicht ersparen, gibt es doch für sie und ihren Zusammenhang nicht einmal einheitliche Bezeichnungen in der Literatur. Wir schalten dabei zunächst die Merkmale aus, über deren Bezeichnung die größte Verschiedenheit herrscht, nämlich diejenigen, welche nur Gesamtvorstellungen zukommen, und beschränken uns auf die Merkmale der »einfachen« Vorstellungen. Dabei nehmen wir »einfach« im Sinne

der apperzeptiven Einfachheit, daß nämlich die Vorstellungen weder in einfachere unmittelbar »von selbst« zerfallen, noch in höhere Einheiten eingehen. Es ist das derselbe Begriff der einfachen Vorstellung, wie er bei den Apperzeptionsmessungen meist praktisch verwendet wurde, derselbe Begriff, den die Assoziationspsychologie mit ihren »einfachen Ideen« meinte. Solchen einfachen Vorstellungen kommen nun zunächst dieselben Merkmale zu wie den Empfindungen, aus denen sie aufgebaut sind. Wir nennen dabei Merkmal die individuelle Bestimmtheit, also z. B. die bestimmte Farbenqualität, den bestimmten Helligkeitsgrad. G. E. Müller nennt dies »Modifikationen«[1]). Die Mannigfaltigkeit, welcher der bestimmte Qualitäts- oder Intensitätsgrad angehört, heißt vulgär »Seite«, »Hinsicht«; wir wollen außerdem die Bezeichnungen »Dimension«, »Kontinuum«[2]) verwenden, dagegen werden wir die sehr übliche Bezeichnung »Richtung« später als doppeldeutig ablehnen. G. E. Müller spricht hier von »Modifikationsart«. Solche Kontinuen sind zunächst die intensiven und qualitativen. Jede einfache Vorstellung ist nun ein eigentümliches Zusammen von individuellen Merkmalen innerhalb dieser Kontinuen (Lipps hat für diese Vereinigung individuell bestimmter Merkmale die Bezeichnung »apriorisch einheitlicher Gegenstand«[3]).

Außerdem gehört jede Vorstellung einer extensiven Ordnungsform an. Der einfachen Empfindung schreiben wir das Zeit- und ev. das Lokalzeichen zu. Die einfache Vorstellung aber besteht stets aus einer Summe von Empfindungen. Nun zeigt es sich, daß der Intensitäts- und Qualitätsgrad einer Mehrheit von Empfindungen konstant sein kann, daß aber ihre Zeit- und Lokalzeichen notwendig voneinander verschieden sind, wenn überhaupt von einer Mehrheit von Empfindungen soll gesprochen werden können. Also können in einer Vorstellung wohl qualitativ und intensiv gleiche, es müssen aber notwendig extensiv verschiedene Empfindungen beieinander sein. Die Folge ist, daß zur Bestimmung des Qualitäts- und Intensitätsgrades einer Vorstellung u. U. je eine absolute Angabe genügt,

---

[1]) Ztsch. f. Psych. XVII, p. 107.

[2]) Die Bezeichnungen hier und im folgenden im allgemeinen nach Wundt, z. B. Grundriß § 17, 7.

[3]) Leitfaden z. B. p. 113.

nicht aber zur extensiven Bestimmung. Denn jede Vorstellung weist außer der absoluten Lage in Raum und Zeit in sich selbst eine extensive Beschaffenheit auf als zeitliche Dauer und ev. als räumliche Ausdehnung. Die Vereinigung, die die extensiven Merkmale der Empfindungen in der Vorstellung eingehen, heißt seit Wundt fast allgemein Verschmelzung — die österreichische Schule sieht darin eine »Gestaltqualität«.

Jede Vorstellung weist nun ebenso notwendig extensive wie intensive und qualitative Merkmale auf. Man hat sich darum gewöhnt, die Merkmale der räumlichen und zeitlichen Ausdehnung den intensiven und qualitativen Merkmalen zu koordinieren. Wir dürfen aber dabei nicht vergessen, daß räumliche und zeitliche Ausdehnung Verschmelzungsprodukte aus den eingehenden Empfindungen sind, daß es praktisch gesprochen Intensitäts- und Qualitätsunterschiede sind, mit deren Hilfe wir die Grenzen einer Ausdehnung wahrnehmen, daß es m. a. W. der psychologischen Analyse gelungen ist, über die Vorstellungen hinaus zu den Empfindungselementen vorzudringen, welchen von der räumlichen und zeitlichen Ausdehnung der Vorstellungen nur das Raum- und Zeitzeichen verbleibt. Wir müssen schon hier auf das verschiedene Verhältnis der Merkmale der verschiedenen Kontinuen einer Vorstellung zu den eingehenden Empfindungen hinweisen, weil wir nur so späterhin ihre verschiedene apperzeptive Geltung werden verstehen können. Um es nochmals zu wiederholen: die extensiven Merkmale sind im eminenteren Sinne Verschmelzungsprodukte; sie sind zugleich die reicheren Merkmale, weil sie außer der absoluten Orientierung in den extensiven Ordnungsformen das extensive Auseinander der Vorstellung in sich selbst, die Ausdehnung, aufweisen.

Mit diesem Vorbehalt können wir das Zusammenbestehen der extensiven, intensiven und qualitativen Merkmale in einer Vorstellung ohne Gefahr als Koordination betrachten. Wir erleben dies Zusammen als ein notwendiges, in gewissem Sinne unlösbares (von der Verschiedenheit der Bewußtseinsgrade sehen wir hier noch ab). Höfler spricht darum hier von »vorfindlichen Komplexionen«[1]. In

[1]) Psychologie S. 149. Die Bezeichnung als »Komplexion« nach Meinong, vgl. Ztsch. f. Psych. XII, S. 255: »Wer die Farbe ausgedehnt vorstellt, stellt eine Komplexion vor.«

bezug auf diese notwendige Verknüpfung erscheint dann das einzelne Merkmal als »unselbständiger Inhalt« oder »unselbständiger Teil«. Dieser Zusammenhang ist aber nicht derart, daß etwa eine bestimmte Farbe notwendig eine bestimmte Ausdehnung haben müßte; die konkrete Ausdehnung ist beliebig, notwendig ist nur, daß sie überhaupt Ausdehnung hat und diese Ausdehnung individuell (wenn auch ev. unklar) bestimmt ist. Wir können diese Tatsache gleich mit den oben gewonnenen Begriffen ausdrücken und werden dann sagen: Unselbständigkeit besteht nicht zwischen Merkmalen oder Inhalten, wie man in Nachwirkung der Argumentation aus dem principium individuationis immer wieder zu lesen bekommt[1]), sondern zwischen Kontinuen. Unselbständig nennen wir ein Kontinuum, in welchem kein bestimmtes Merkmal gegeben sein kann, ohne daß in einem oder mehreren anderen bestimmten Kontinuen ein beliebiges, aber individuelles Merkmal gegeben ist. Wir gründen also unsere Definition nicht auf die Unmöglichkeit der Realteilung konkreter Merkmale in der Außenwelt, sondern auf die psychische Tatsache der mehrfachen Bestimmung jeder Vorstellung in zusammenhängenden Kontinuen.

Wir haben die oft diskutierte Unselbständigkeit von Teilen erkannt als Unselbständigkeit verwandter Kontinuen, innerhalb welcher beliebige Merkmale gegeben sind. Dies führt uns darauf zu überlegen, ob eine analoge Unselbständigkeit besteht innerhalb eines Kontinuums zwischen eng beieinander liegenden Bestimmungen. Hier ist nun bekannt, daß ein Inhalt in gewissem Sinne psychisch unselbständig ist gegenüber seiner Umgebung. Wir können eine Linie nicht apperzipieren, ohne ihre nächste Umgebung mit zu apperzipieren. Man sieht an solchen und verwandten Beispielen, wie mit einem Merkmal die unmittelbar benachbarten in ganz ähnlicher Weise mit aufgefaßt werden, wie mit der Farbe die Ausdehnung oder Helligkeit, natürlich mit viel geringerem Bewußtseinsgrad, der sich mit Entfernung vom Hauptinhalt bald der Null nähert. Diese Unselbständigkeit eines Inhaltes gegen die Umgebung ist in der älteren Literatur ziemlich vernachlässigt worden. In ihrer außenweltlichen Denkweise glaubte sie mit der unbeschränkten Variabilität eines

[1]) Zum Ganzen Husserls Untersuchung: Zur Lehre von den Ganzen und den Teilen — im zweiten Teil der logischen Untersuchungen.



Gegenstandes gegen seine Umgebung auch seine psychische Selbständigkeit gegeben. Heute ist die Mitapperzeption der Umgebung im extensiven Kontinuum geläufig; am deutlichsten stellt sie sich dar in den Erscheinungen des binokularen Kontrastes. Daneben mag sie auch in den intensiven und qualitativen Kontinuen bestehen, worauf aber hier nicht näher eingegangen werden soll. Nur soviel sei bemerkt, daß mir darin die Tatsache der Unterschiedsschwellen zu gründen scheint — wohlgemerkt nur die Tatsache, daß es Unterschiedsschwellen gibt, nicht ihr Größengesetz usw. Denn zugegeben, daß die Apperzeption z. B. eines Intensitätsgrades sich ebenso über ein gewisses intensives Bereich ausbreitet wie die Apperzeption eines Striches über seine Umgebung, daß also die unmittelbar benachbarten Grade mitapperzipiert sind mit einem zwar schnell fallenden, aber stetig fallenden Bewußtseinsgrad — so folgt daraus unmittelbar, daß erst ein gewisses Intervall überschritten sein muß, ehe ein zweiter Grad zur apperzeptiven Selbständigkeit gelangen kann.

Mit dieser letzteren Art der Unselbständigkeit aber werden wir uns nur gelegentlich beschäftigen. Wir werden vornehmlich zu tun haben mit unselbständigen Inhalten im vorher behandelten Sinne, welche identisch sind mit den »abstrakten« Inhalten im ausgesprochenen Sinne, und werden die Mitbeachtung der Umgebung nur gelegentlich erwähnen, um sie mit der Mitbeachtung der Hinsichten in Beziehung zu setzen. —

Wir haben im vorstehenden die Merkmale einer Vorstellung nur in ihrer Unselbständigkeit diskutiert, ohne sonst die Art ihres Vorkommens näher zu berücksichtigen. Es wäre ja möglich, daß all diese Merkmale nichts wären als die begrifflichen Produkte eines reflektierenden Denkens, das die betrachtete Vorstellung mit anderen in Beziehung setzte, wie ähnlich Hume meint. Dies würde zutreffen, wenn eine Vorstellung stets nur im ganzen einen bestimmten Bewußtseinsgrad besäße. Dann könnten wir die Vorstellungen miteinander in Relationen bringen und auf Grund dieser Relationen gewisse Prädikate von ihnen aussagen; aber diese Prädikate wären nicht Merkmale im Sinne unmittelbar anschaulicher Teilinhalte, sondern begriffliche Attribute. Demgegenüber zeigt nun schon die alltägliche Erfahrung, daß ein Merkmal sehr wohl einen besonderen Bewußtseinsgrad erhalten kann, vor allem in dem extremen Fall

der heraushebenden Beachtung. Hier erlebt man unmittelbar, wie das beachtete Merkmal einen Gradvorrang vor den anderen erhält. Bei der unpointierten Auffassung dagegen ist man geneigt, den Merkmalen völlige Einheit und Gradgleichheit zuzuschreiben, und man fragt nun: Wie ist es der Abstraktion möglich, durch bloßen Willensimpuls aus der Einheit eine Vielheit zu machen?

In dieser groben Fassung macht das Abstraktionsproblem den Eindruck des absolut Rätselhaften. Um hier weiter zu kommen, müssen wir vor allem die Gradverhältnisse der Merkmale bei unpointierter Auffassung untersuchen. Wenn es uns gelänge nachzuweisen, daß gegenüber der vulgären Meinung die einzelnen Teilinhalte bereits an der unpointierten Auffassung mit verschiedenem Grade beteiligt sind und also schon eine gewisse Gradselbständigkeit aufweisen, so würde offenbar der rätselhafte Unterschied gegenüber der Besonderung selbständiger Inhalte beseitigt, und vom Problem der abstrahierenden Apperzeption bliebe nur das Problem der Apperzeption überhaupt.

II.

Wir finden uns auf diese Weise zurückgeführt auf die allgemeine Tatsache der Verschiedenheit der Inhalte nach ihren Bewußtseinsgraden. Diese Tatsache hat bekanntlich ihren Ausdruck gefunden in der begrifflichen Unterscheidung der perzipierten und apperzipierten Inhalte. Dabei bedeuten »perzipiert« und »apperzipiert« lediglich Gradunterschiede, zwischen denen ein stetiger Übergang besteht. Es kann mir nun nicht beikommen, die verschiedenen Gestaltungen des Apperzeptionsbegriffes etwa ebenso zu untersuchen, wie oben die des Abstraktionsbegriffes. Es genüge die Bemerkung, daß die ganze Untersuchung orientiert ist am Wundtschen Apperzeptionsbegriff. Wir wollen nur noch einige Erinnerungen geben und Begriffsabgrenzungen vornehmen, die uns dienen werden, die Formulierung der Aufgabe und der Resultate zu erleichtern.

Das »alleinbestimmende objektive Merkmal« der Apperzeption findet Wundt in der »relativen Klarheit der Bewußtseinsinhalte«[1]). Hält man dies zusammen mit seinen Definitionen der Apperzeption

[1]) Phys. Psych. III [5], p. 349.

als »Eintritt in den Blickpunkt«[1]) des Bewußtseins oder als »Vorgang, durch den irgend ein psychischer Inhalt zu klarer Auffassung gebracht wird«[2]), so könnte es scheinen, als würde in jenem ausschließlichen Merkmal der Klarheit einseitig nur der Erfolg der Apperzeption im Sinne des Eintritts, nur das Eingetretensein berücksichtigt. Man muß sich aber daran erinnern, daß ein solcher Klarheits»zustand«, wie alles seelische Leben, sich als ein Geschehen darstellt, daß also die Klarheit dem apperzipierten Inhalte gewissermaßen immer von neuem gewonnen werden muß. So gefaßt, erscheint die Apperzeption als das Geschehen, in welchem ein psychischer Inhalt einen größeren Klarheitsgrad hat bzw. fortgesetzt behauptet. Der Vorgang, durch welchen ein Inhalt den Klarheitsgrad neu gewinnt, erscheint dann lediglich als ein spezielles Stadium in diesem Geschehen. Dies schließt natürlich nicht aus, daß wir die zwei Phasen scharf werden unterscheiden müssen: Klarheitsgewinnung und Klarheitsbehauptung, Klarerwerden und Klarersein. Daß aber am Apperzeptionsvorgang zwei solche Phasen unterschieden werden können, liegt nicht etwa an einer unreinlichen Begriffsbildung, sondern daran, daß die Apperzeption Willenshandlung ist und als solche zureichend nur durch einen Verlauf und durch einen Erfolg definiert werden kann.

An dieser Unterscheidung der beiden Stadien des Apperzeptionsverlaufs sind nun die beiden Arten der phänomenalen Merkmale, die objektiven und die subjektiven[3]), in verschiedenem Maße beteiligt. Den Apperzeptionserfolg können wir an der größeren Klarheit der objektiven apperzipierten Vorstellung leicht erweisen. Dagegen können wir den Prozeß der Klarheitszunahme an der objektiven Vorstellung nur sehr ungenügend beobachten; es gelingt höchstens bei gewaltsamer experimenteller Zerlegung in die einzelnen Apperzeptionsstufen[4]). Hier sind wir darum zur Charakterisierung vornehmlich auf die subjektive Seite des Tatbestandes verwiesen. Wir finden hier bei der aktiven Apperzeption den eigenartigen Impuls, bei passiver den Gefühlschok. Ist aber die Apperzeption erreicht,

---

[1]) Ebenda p. 333.

[2]) Grundriß § 15, 4.

[3]) Diese Unterscheidung nach der Fassung Wundts Phys. Psych. III[5] p. 341.

[4]) Phys. Psych. III[5], p. 337 oben.

die Klarheit hergestellt, so bleiben die subjektiven Merkmale erhalten in dem Tätigkeitsgefühl usw., kurz als »Aufmerksamkeit«. Eben ein Beweis, daß die Klarheit immer von neuem erworben sein will.

Der Apperzeptionserfolg, die Klarheit, ist also sowohl nach der subjektiven wie nach der objektiven Seite charakterisiert. Macht man einseitig nur die Merkmale der einen Art zum Kriterium der Apperzeption, so kommt man auf Schwierigkeiten. Nehmen wir z. B. an, es werden eine größere Zahl Buchstaben tachistoskopisch dargeboten und der Beobachter gibt an, er habe nichts Deutliches gesehen. Dann pflegt man zu sagen, die Buchstaben seien nicht apperzipiert worden. Aber anderseits sind doch alle subjektiven Merkmale einer Apperzeption vorhanden, denn der Beobachter hat es gewiß an Aufmerksamkeit nicht fehlen lassen. Das Rätsel löst sich, wenn man das Maß des »klar und deutlich« nicht dem objektiven »Reiz« entnimmt, hier den Buchstaben, welche gelesen werden sollen, sondern dem relativen Verhältnis zu anderen Bewußtseinsinhalten. Tatsächlich hat in unserem Falle eine Apperzeption stattgefunden: apperzipiert worden ist eben der Gesamteindruck, welcher wohl undeutlich war im Verhältnis zu der Erkennbarkeit, die für die objektiven Gegenstände unter günstigsten Bedingungen erreicht werden konnte, aber klar und deutlich als Bewußtseinsinhalt gegenüber den gleichzeitigen Inhalten.

Unsere Fassung der Apperzeption als einer aktuellen Tätigkeit verflüchtigt den Unterschied zwischen der Klarheitsverstärkung am konstant gehaltenen Objekt und der im Fortgang von einem Inhalt zu einem anderen. Letztere Gradverstärkung, die dadurch zustande kommt, daß an einem Punkte der kontinuierliche Fortgang gestört ist, hat man bekanntlich als besonderes Phänomen angesprochen und als »Stauung« bezeichnet[1]). Tatsächlich ist das Initialstadium jeder passiven Apperzeption eine solche Stauung. Immerhin werden wir die Bezeichnung wegen ihrer Prägnanz gern benutzen und besonders von »abstrahierender Stauung« reden, wenn sie sich an einem abstrakten Merkmal vollzieht; nur müssen wir uns dabei gegenwärtig halten, daß sich auch diese Erscheinung dem Apperzeptionsbegriff unterordnet.

---

[1]) Lipps, Leitfaden p. 109 ff.



Nachdem wir im vorstehenden die Definition der Apperzeption durch den Klarheitsgrad durchgeführt haben, müssen wir die Apperzeption noch nach außen hin abgrenzen gegen die Erkennung. Denn die Vernachlässigung dieser Unterscheidung scheint mir die Interpretation mancher Versuchsergebnisse, z. B. der von Erdmann und Dodge[1]), empfindlich zu beeinträchtigen.

Dazu müssen wir festhalten: während die Apperzeption durch den Klarheitsgrad bestimmt ist, ist die Erkennung Assimilationseffekt; für den Begriff der Assimilation aber ist wesentlich, daß er eine Nachwirkung früherer Erlebnisse umfaßt. Im Begriff der Assimilation findet sich also von einem Merkmal der Klarheit zunächst gar nichts. Allerdings können Assimilationen objektive Ursachen der Apperzeption werden und damit Klarheit bewirken, z. B. wenn aus einer Summe gleichzeitiger Eindrücke ein kurz vorher gesondert apperzipierter herausgehoben wird[2]). Doch können sie auch kontrastierend (Neuheit) und apperzeptionsmindernd (Gewöhnung) wirken, und jedenfalls sind sie ja nicht die einzigen Ursachen der Apperzeption.

Nun findet sich freilich eine durchaus regelmäßige Zuordnung zwischen Assimilation und Apperzeption anscheinend in der Erkennung. Tatsächlich können wir ja kaum apperzipieren, ohne zu erkennen. Diese Zuordnung läßt sich weiter dahin durchführen, daß verschiedenen Apperzeptionsgraden anscheinend verschiedene Erkennungsgrade im Fortschritt von der unbestimmten generellen Erkennung zur speziellen entsprechen. Infolgedessen ist es begreiflich, wenn man die Apperzeption überhaupt in ein Erkennen hat auflösen wollen und die beachteten Teile für erkannte erklärt hat[3]).

Dagegen ist an die Fälle zu erinnern, wo man einen Inhalt trotz aller Beachtung nicht erkennt, bis plötzlich vielleicht mit starker Gefühlsbetonung die richtigen Assimilationen gefunden werden und die Erkennung sich einstellt. Man wende nicht ein, daß in diesen Fällen

[1]) Psychol. Untersuchungen über das Lesen, Halle 1898. Die Gleichsetzung von Apperzeption und Erkennen durchaus, ebenso p. 145 Verkennungen = falsche Apperzeptionen.

[2]) Wundt, Phys. Psych. III 5, p. 336.

[3]) Cornelius, Psychologie p. 135 f. Cornelius verwendet »Wiedererkennung« im Sinne von Wundts »Erkennung«.

neue Elemente aufgefaßt werden, daß also die verschiedenen Phasen sich nicht als Beachtung und Erkennung, sondern als verschiedene Auffassungs- und parallele Erkennungsstufen voneinander unterscheiden. Denn dies zugegeben — zugegeben, daß ich neue Elemente apperzipiere, wenn ich eine undeutliche Gestalt im Dunklen plötzlich als Busch erkenne, wenn ich ein etwas merkwürdiges Stück Birkenreisig plötzlich als Raupe eines Birkenspanners erkenne: so sind es jedenfalls nur Teile, die zum Apperzeptionsbestand hinzutreten, während durch diese Teile die ganze Assimilationslage verändert wird. Die Unterscheidung zwischen Apperzeption und Erkennung stellt sich somit wieder ein.

Schwieriger ist zu sagen, ob auch der gegenteilige Fall vorkommt, daß man etwas erkennt, ohne es zu beachten. Man denke hier an die Fälle, wo wir innerlich beschäftigt spazieren gehen und doch wohl wissen, ob wir zwischen Häusern oder im Freien sind, wo wir nicht angeben können, ob wir unsere Tür verschlossen haben oder nicht, obgleich doch auch zum mechanisierten Verschließen wohl nötig war, daß wir das Schlüsselloch erkannten.

Jedenfalls erleben wir den phänomenalen Unterschied zwischen dem Tätigkeitsgefühl der Beachtung und dem Erkennungsgefühl und sind schon deshalb zur Unterscheidung von Apperzeption und Erkennung berechtigt.

Was nun die objektive Seite der Apperzeption im speziellen anbetrifft, so ist es eine der bekanntesten Tatsachen, daß wir ihr einen begrenzten Umfang zuschreiben. Diesen Umfang pflegt man in der Regel anzugeben durch »Einheiten«, wobei als Einheiten zunächst Einheiten im oben definierten Sinne, dann auch »höhere« Einheiten dienen. Wir sehen aber sofort, daß eine solche Umfangsbestimmung unvollständig ist. Denn wir haben ja eben gezeigt, daß eine solche einfache Vorstellung selbst wieder ein komplexes Zusammen von Merkmalen ist. Darum ist es wohl möglich, daß bei einer Umfangsangabe von etwa fünf Vorstellungen diese Vorstellungen nur mit einem Merkmale in den Apperzeptionsumfang eingehen. Tatsächlich kommt ja z. B. bei den Leseversuchen nur der Form der Buchstaben ein solcher Bewußtseinsgrad zu, welchen wir mit »Apperzeption« bezeichnen. Dies beweist, daß der Apperzeptionsumfang außer nach

den Vorstellungen auch nach den Hinsichten abzugrenzen ist, auf die sich die Apperzeption erstreckt. Eine geringe Überlegung genügt, um zu zeigen, daß eine solche Begrenzung geschehen kann in all den Dimensionen, denen die Merkmale der apperzipierten Vorstellung angehören. Denn die Apperzeption verändert ja nicht den Merkmalsbestand der Vorstellung. Vielmehr kennen wir die Merkmale bzw. die Kontinuen, denen sie angehören, nur dadurch, daß die Merkmale einer apperzeptiven Verselbständigung fähig sind. Wir wiederholen im Grunde nur den obigen Gedankengang, den wir dort von der Vorstellungsseite aussprachen, hier von der Klarheitsseite aus. Damit geben wir aber nicht etwa eine Tautologie; denn während wir dort die Einheit der Vorstellung analysierten, haben wir es hier abgestellt auf die Einheit der Apperzeption, die ja bekanntlich über dem Wechsel der Vorstellungen einen kontinuierlichen Zusammenhang bewahrt. Sovielen Dimensionen also die Merkmale einer Vorstellung angehören, soviel Grenzlinien können für den Apperzeptionsumfang bei der Auffassung dieser Vorstellung gezogen werden.

Innerhalb dieser Kontinuen ist der Umfang der Apperzeption begrenzt auf ein Gebiet. Die räumliche Gebietsabgrenzung bei visuellen Vorstellungen ist aus den tachistoskopischen Versuchen geläufig — ob sie allen Sinnesgebieten gemeinsam ist, ist noch nicht untersucht. Außer in den extensiven Kontinuen ist die Apperzeption aber auch in einem intensiven oder qualitativen Kontinuum auf ein Gebiet oder Bereich begrenzbar. Ich kann z. B. meine Aufmerksamkeit auf Tonintensitäten und hier im speziellen auf das Gebiet der leisen Töne einschränken, so daß mich dann ein lauter Ton ebenso unvorbereitet treffen kann wie ein disparater Sinnesreiz.

Außer dieser quantitativen Gebietsabgrenzung unterliegt aber die Apperzeption endlich auch noch einer numerischen Abgrenzung nach Einheiten — die geläufigste Art der Umfangsangabe. Dabei kann die Zahl der Einheiten innerhalb des konstant gehaltenen Gebietes (z. B. der Expositionsfläche) variieren. Als Einheiten fungieren »apperzeptive« Einheiten im schon verwendeten Sinne, die nur durch ihr Verhältnis zu den apperzeptiven Relationen, aber nicht anderwärts charakterisiert werden können. Daß aber der Umfang der Apperzeption in solchen Einheiten angegeben werden kann, deren Bestimmung wieder nur dem jeweiligen apperzeptiven Tatbestande

entnommen wird, daß vor allem diese Umfangsbestimmung in Einheiten verschiedenen Grades geschehen kann — das ist nur zu erklären aus der eigentümlichen strukturellen Natur der Apperzeption.

Wir haben im vorstehenden alle Möglichkeiten der Umfangsbestimmung aufgezeigt. Außer durch den Umfang ist aber die objektive Seite der Apperzeption noch bestimmt durch einen Grad. Für diesen Grad gilt nun die ungefähre Regel, daß er zum Umfang der Apperzeption in einem reziproken Verhältnis steht[1]). Dies Gesetz besteht sowohl für die subjektiv erstrebte wie für die objektiv erreichte Apperzeption. Das heißt: habe ich die Absicht einen Inhalt recht intensiv aufzufassen, so schränke ich unwillkürlich meine Aufmerksamkeit auf ein enges Gebiet bzw. auf nur eine Hinsicht ein. Aber auch die objektiv erreichte Intensität der Apperzeption nimmt mit wachsendem Umfang ab.

Innerhalb dieses Umfanges weisen nun die einzelnen darin apperzipierten Inhalte nicht notwendig Gradgleichheit auf, vielmehr nimmt jeder Teilinhalt einen ganz bestimmten Grad ein. Diese spezielle Gradbestimmtheit läßt schon die alltägliche Erfahrung erkennen in Fällen, wo sie zur deutlichen Gradverschiedenheit wird. Man nehme folgendes Beispiel: Ich stelle meine Aufmerksamkeit aktiv ein auf eine Person, welche durch die Tür treten soll. Sie tritt ein und ich bemerke zunächst ihre rote Krawatte. Hier kann sich aus dem Komplex die Farbe so stark aufdrängen, daß ich durchaus das passive Gefühl des Erleidens habe. Man hat dies Gefühl bekanntlich benutzt, um dadurch eine ganze Apperzeptionsart zu definieren, die passive Apperzeption, im Gegensatz zur aktiven, die vom Tätigkeitsgefühl begleitet ist. Dies ist völlig einwandsfrei, solange es sich um die Apperzeption einfachster Inhalte handelt, denn dann ist das begleitende Gefühl in der Tat ausschließlich Funktion der Stellung des Subjektes zu diesem Inhalte. Bei der Apperzeption von Komplexen dagegen wird die Sache verwickelter, wie das Beispiel lehrt. Wundt deutet einmal an, daß »bei der passiven die Vorstellung selbst als die Ursache ihrer Apperzeption erscheint«[2]). Mit einer Mehrheit von Vorstellungen ist also eine Mehrheit von Ursachen

---

[1]) Wundt formuliert dies Gesetz nicht ausdrücklich; vgl. aber die Beispiele Phys. Psych. III 5, 334 f., Grundriß 7 p. 256.

[2]) Phys. Psych. III 5, p. 333.

gegeben. Wir müssen die damit gegebenen Verhältnisse noch einen Augenblick untersuchen. Denn wir haben ja gelernt, die einfache Vorstellung als eine Mehrheit von Teilinhalten zu erkennen; ihre Apperzeption wird uns darum nur verständlich werden, wenn wir sie als Apperzeption einer Mehrheit konkurrierender Elemente, eines Komplexes fassen.

Phänomenal gegeben ist uns ja immer nur die aktuelle Apperzeptionshandlung. Für diese aber finden wir stets mehrere Bedingungen vor, und nun sind wir logisch berechtigt, einzelne Bedingungen zu isolieren und mit eignen Begriffen zu bezeichnen. Diese Begriffe sind dann Potentialbegriffe; sie drücken die bloße abstrakte Möglichkeit der Apperzeption aus, welche aktuell realisiert wird erst im Zusammentreffen mit den anderen Bedingungen, sie bezeichnen nicht ein reales, beharrendes »Vermögen«[1]. Bei der Apperzeption eines einfachen Inhaltes müssen wir da unterscheiden, wozu uns schon die erwähnten Gefühlsgegensätze berechtigen, zwischen der Möglichkeit des Subjektes zu apperzipieren, seiner Apperzeptionsfähigkeit, und dem potentiellen Anspruch des Objektes apperzipiert zu werden, seiner Eindrucksfähigkeit, »Energie«, »Quantität«, Apperzeptionswert. Gelangt ein Komplex zur Apperzeption, so tritt jedes Element mit einem eignen apperzeptiven Anspruch auf. Die feineren Wechselwirkungen, die hier entstehen, werden wir später analysieren; für jetzt genügt die Erinnerung an die Tatsache der sogenannten Konkurrenz. Diese Konkurrenz der Eindrucksfähigkeiten bestimmt den Gradanteil, mit welchem jedes Element an der in toto zugewendeten Apperzeption des Subjektes aktuell teil hat. Sind diese Gradanteile so verschieden, daß ein Teilinhalt den deutlichen Vorrang

[1]) Daß dem so ist, folgt nicht ohne weiteres aus methodologischen Gründen, sondern aus dem speziellen Bestande des einzelnen Falles, was aber hier nicht allgemein dargelegt werden kann. Nur ein Beispiel: Gravitations- wie Strahlungswirkung eines Körpers erfahren wir nur, wenn ein zweiter Körper gegeben. Für den isolierten Körper betrachten wir sein Potential als einen bloßen Begriff, dagegen nehmen wir seit Prevosts Theorie an, daß die Wärmestrahlung eines Körpers unabhängig von der Anwesenheit eines anderen real besteht. Für die Psychologie ist diese verschiedene Geltung der Begriffe noch nicht methodisch herausgearbeitet, und hier wurzeln zahlreiche Mißverständnisse. Immer wieder ist der unerkannte Streitpunkt der, daß ein Forscher die Bedingungen des psychischen Geschehens isoliert und daß ihm dann vorgeworfen wird, er statuiere ein Vermögen — wie auch Wundt mit seinem Apperzeptionsbegriff hat erfahren müssen.

erringt, so können wir von besondernder Verdrängung reden. Ein solcher Fall liegt vor in dem obigen Krawattenbeispiel. Die Hervordrängung ist hier durch die objektive Beschaffenheit der Farbe bestimmt und macht sich innerhalb der dem Komplex aktiv zugewendeten Apperzeptionstätigkeit so energisch geltend, daß sie das Passivitätsgefühl hervorruft. Daraus folgt weiter: Objektive und subjektive Ursachen der Apperzeption superponieren und schließen sich nicht etwa aus, wie sich die durch sie hervorgerufenen gegensätzlichen Gefühle ausschließen. Diese Gefühle sind nicht symptomatisch für die Anwesenheit dieser Ursachen, sondern für den relativen Vorrang der einen von beiden.

Dieser Besonderung, die durch die Hervordrängung eines Elementes kraft seiner Eindrucksfähigkeit gegeben ist, stellen wir nun die andere gegenüber, die durch die Tätigkeit des Subjektes erfolgt. Diese Heraussonderung durch tätige Beachtung ist stets gleichzeitig Einengung, und es bewährt sich hier das reziproke Verhältnis zwischen Umfang und Intensität. Wir untersuchen dabei nicht, was »Ursache« und was »Wirkung« sei, ob Einengung oder Beachtung, sondern begnügen uns mit deren regelmäßigem Verbundensein (daß wir hierbei »Einengung« nicht bloß räumlich fassen, sondern in der kritischen Bedeutung, die aus dem eben gewonnenen Umfangsbegriff folgt, braucht kaum bemerkt zu werden). Dementsprechend können wir den Gradzuwachs, welcher einem Inhalt durch Beachtung gewonnen wird, im allgemeinen als Einengungseffekt bezeichnen. Dieser wird dadurch erreicht werden, daß die Konkurrenz der Elemente ausgeschaltet wird, welche vor der Einengung zumal zur Apperzeption gelangten. Je energischer also die Beachtung oder Einengung geschieht, um so mehr wird die Einbuße an Eindrucksfähigkeit aufgehoben werden, die die Elemente durch die Konkurrenz erlitten. Umgekehrt wird bei maximaler Einengung der Einengungseffekt um so größer sein, je größeren Verlust das Element durch die Konkurrenz erleiden mußte, und dieser Verlust wird um so größer sein, je geringere eigne Eindrucksfähigkeit das Element verhältnismäßig aufzubieten hatte. So gelangen wir zu dem Prinzip der Reziprozität von Beachtungszuwachs und Eindrucksfähigkeit. Die alltägliche Erfahrung gibt ihm recht. So erleben wir den Hauptton eines Einzelklangs kaum wesentlich anders, wenn wir ihn isoliert beachten,

als wenn wir den Klang im ganzen auffassen; dagegen können wir die Obertöne durch die isolierende Betrachtung geradezu erst »entdecken«. Umgekehrt ist, wie Lipps einmal anmerkt, »die Notwendigkeit, unsere Aufmerksamkeit auf ein Objekt zu richten, falls dasselbe einen Grad der psychischen Wirkungsfähigkeit haben soll, jedesmal gleichbedeutend mit einem Mangel der eignen Quantität des betreffenden psychischen Vorgangs«[1]. Und so schließt man wissenschaftlich aus dem zur Analyse benötigten Grade der Aufmerksamkeitsspannung auf die Innigkeit der Verschmelzung von Tönen.

Was ist nun mit dem Prinzip gewonnen? Es berechtigt uns, aus dem Mehr, das einem Inhalt durch besondere Beachtung gegenüber der Auffassung im Komplex erworben wird, zu schließen auf den Bewußtseinsgrad, der diesem Element bei Auffassung des Komplexes im ganzen zukommt. Damit sehen wir theoretisch die Möglichkeit, Messungen von Bewußtseinsgraden von im Komplex apperzipierten Elementen vorzunehmen, was wir ja oben (S. 384) als unser Ziel erkannten. Wie wir diese Messungen praktisch durchführen, werden wir von den bisherigen Apperzeptionsmessungen lernen.

III.

Die gewonnenen Begriffsabgrenzungen geben uns gerade die Möglichkeit, die bisherigen Apperzeptionsmessungen zu charakterisieren. Wir haben gesehen, wie zahlreiche Variable die inhaltliche Seite der Apperzeption aufweist. Dementsprechend müssen wir, um noch einmal daran zu erinnern, für jede Apperzeptionsbestimmung fordern: 1. Eine dimensionale Begrenzung, d. h. Angabe der Hinsichten, welche mit maximaler Klarheit aufgefaßt werden; 2. innerhalb der beachteten Hinsicht eine Abgrenzung nach Gebiet oder Zahl und 3. eine Angabe des Bewußtseinsgrades der aufgefaßten Inhalte.

Den ersten Apperzeptionsversuchen nun, wie sie zuerst von Cattell ausgeführt wurden[2], und wie sie dann häufiger speziell als

[1] Die Quantität in psych. Gesamtvorgängen. Bayr. Akademiebericht phil.-hist. Kl. 1899 p. 387.

[2] Cattell, Üb. d. Trägheit der Netzhaut und des Sehzentrums, Philos. Stud. III, p. 94 ff.



Leseversuche angestellt wurden, war zunächst dies gemeinsam, daß ein Wahrnehmungskomplex nur für den zu analysierenden Moment neu gegeben und dann vom Beobachter sprachlich reproduziert wurde. Hierbei wurde die Qualität und die Intensität der Objekte konstant erhalten. Darum waren die qualitativen und intensiven Merkmale, weniger infolge absichtlicher als übungsmäßiger Vernachlässigung, nur mit relativ geringem Grad im Bewußtsein vertreten. Ebenso war konstant das räumliche Gebiet, die Expositionsfläche. Variabel dagegen war die Zahl und ev. die räumliche Form der Objekte, und die Absicht ging nun dahin, diese Zahl so weit zu steigern, als dies ein gewisser geforderter Klarheitsgrad zuließ. Für diesen Klarheitsgrad aber bestand keine ausdrückliche Vorschrift, vielmehr war er mitgegeben durch die Versuchsmethode, daß nämlich die Strichzahl bzw. die Buchstaben erkannt, gemerkt und sprachlich wiedergegeben werden sollten. Es wurde also bei allen diesen Versuchen die Treue der Reproduktion dem Bewußtseinsgrad unmittelbar proportional gesetzt. Da so nach dem ganzen Wesen der Methode ein bestimmter mittlerer und zwar maximaler Klarheitsgrad für die entscheidenden Einheiten selbstverständlich war, so konnte der Umfang ohne weiteres durch eine ziemlich bestimmte Zahl dieser Einheiten ausgedrückt werden[1]). Als Einheiten fungierten dabei zunächst Striche, welche aber den Vorteil apperzeptiver Einfachheit im oben verwendeten Sinne mit dem Nachteil verbanden, daß sich die Aufmerksamkeit leicht auf den Komplex im ganzen verlegte, weil die Striche nur durch ihre Zahl und nicht durch ihre Eigenart interessierten. Die Buchstaben und Zahlen vermieden diesen Nachteil, führten aber anderseits die komplizierenden Bedeutungsassoziationen ein.

Demgegenüber hat Wirth zum erstenmal die Darbietung qualitativ differenzierter, aber bedeutungsloser Elemente gefordert[2]). Der größere Fortschritt aber seiner Untersuchungen liegt darin, daß er zum erstenmal die Verschiedenheit der Bewußtseinsgrade zu messen unternahm. Hierzu war freilich die bisher geübte Methode der unmittelbaren Wiedergabe durchaus unzureichend. Denn erstens sind ihr überhaupt nur verhältnismäßig maximal beachtete Inhalte zugäng-

[1]) Wilhelm Wirth, Zur Theorie des Bewußtseinsumfangs und seiner Messung, Philos. Stud. XX, p. 487 ff., cf. p. 570.

[2]) Ebenda p. 513.

lich; wollte man aber bezüglich dieser vom Beobachter noch eine Angabe über die Gradverschiedenheit verlangen, so hieße das fordern, daß nicht sowohl der Inhalt, als sein Klarheitsgrad apperzipiert werden sollte. So schwierig jedoch solche Beobachtung ist, so arm ist unsere Sprache an Bezeichnungen für Gradunterschiede. Darum galt es, eine neue Methode für Apperzeptionsmessungen auszubilden. Um auch die Inhalte geringen Bewußtseinsgrades möglichst festzuhalten, kam es darauf an, sich nach einer einfachsten Wirkung des Apperzeptionserlebnisses umzusehen, welche auch den Inhalten niedrigen Grades erreichbar ist. Wirth fand diese im Vergleich. Er folgte dabei einer Anregung Wundts, welcher bekanntlich die Vergleichsmethode zum erstenmal für Umfangsbestimmungen benutzt hat[1]). Während aber Wundt vom Beobachter eine Vergleichung bis auf ein Reihenelement genau forderte, verlangte Wirth nur die Ausbildung eines Vergleichsbewußtseins überhaupt zwischen den aufeinander bezogenen Inhalten[2]). Damit erweiterte er die Vergleichsmethode zu einer Anwendung des allgemeinsten Prinzipes der Bewußtseinsphänomenologie, daß nämlich uns soweit bewußte Momente gegeben sind, als das Vergleichsurteil reicht[3]). Um nun diese Vergleichsmethode zur Gradbestimmung zu verwenden, führte er stufenweise Variationen der einzelnen Teile des Vergleichsobjektes ein und leitete die Schwellen für eine deutliche Erkennung der Verschiedenheit ab; diese Unterschiedsschwellen gaben dann ein Maß ab für den Klarheitsgrad des betreffenden Teiles[4]).

Das spezielle Problem nun, das Wirth mit dieser Methode in Angriff nahm, war die Feststellung der Verteilung der Bewußtseinsgrade über ein extensives Gebiet, des »Klarheitsreliefs«. Er arbeitete dabei mit visuellen Objekten. Konstant gehalten wurden hier die qualitativen und intensiven Merkmale bis auf die einer bekannten Dimension, in welcher die Veränderungen erfolgten[5]); ebenso waren

---

[1]) Vgl. Dietze, Untersuchungen üb. d. Umfang des Bewußtseins, Philos. Stud. II, p. 362 ff. — Wundt, Üb. d. Methoden zur Messung des Bewußtseinsumfangs, ebenda VI, p. 250 ff. — Wundt, Zur Frage des Bewußtseinsumfangs, ebenda VII, p. 222 ff.

[2]) Wirth a. a. O. p. 543 ff.

[3]) Ebenda p. 567.

[4]) Ebenda p. 594.

[5]) Ebenda p. 600 ff.

räumliches Gebiet und Zahl der Objekte konstant. Um die Abhängigkeit des Bewußtseinsgrades von dem Ort festzustellen, mußte er das extensive Gebiet in einzelne Teile zerlegen. Er verwendete also ebenso wie alle früheren Autoren ein extensiv gegliedertes Objekt, und zwar teils eine Mehrheit von einfachen geometrischen Figuren[1]), teils eine Mehrheit von Örtern der Helligkeitsvariation im Sehfeld[2]). Die Veränderung bestand im ersteren Falle in einer maximalen Variation der Figuren von weiß zu schwarz oder umgekehrt, im letzteren in Helligkeitsveränderungen von verschiedener Dauer. Mit ihrer Hilfe wurden Unterschiedsschwellen für die einzelnen Stellen des Objektes abgeleitet. Die gefällten Vergleichsurteile bedurften also offenbar außer der Angabe der Gleich- oder Verschiedenheit noch einer Angabe des veränderten Ortes. Damit die Aufmerksamkeit gleichmäßig über das ganze Gebiet verteilt blieb, mußte natürlich der Ort der Veränderung unbekannt sein; dagegen war die Variationshinsicht zur Vereinfachung der Bedingungen konstant und bekannt. Die erhaltenen Schwellenwerte waren nun freilich, weil von verschiedener Raumlage usw., nicht unmittelbar miteinander vergleichbar. Um sie vergleichbar zu machen, nahm Wirth dieselben Schwellenbestimmungen bei maximaler Beachtung des zu variierenden Ortes vor und dividierte die für denselben Ort bei verschiedener Einstellung gewonnenen Schwellen durcheinander[3]). Dabei fielen alle Faktoren, die von der objektiven Beschaffenheit des Elementes abhängig waren, heraus, der Faktor der maximalen Beachtung war in allen konstant: so gaben die Werte der Quotienten ein Bild von dem verschiedenen Gradanteil der Elemente an der unwissentlichen Auffassung. Wir sehen also, wie Wirth dazu geführt wurde, verschiedene Einstellungen der Aufmerksamkeit zu verwenden. Ihn interessiert nicht die Beachtung als solche, und er würde für sie auch wenig Ausbeute finden, da ja gleichartige Einengungen verwendet werden. Er will die Abhängigkeit der unwissentlichen Klarheitsverteilung vom

[1]) Ebenda Tafel II.

[2]) Wirth, Zur Frage des Bewußtseins- und Aufmerksamkeitsumfanges. Bericht üb. d. I. Kongreß f. experim. Psych. Gießen 1904, p. 72 f. — Die Klarheitsgrade der Regionen des Sehfeldes bei verschiedenen Verteilungen der Aufmerksamkeit, Psychol. Stud. II, p. 30 ff.

[3]) Wirth, Philos. Stud. XX, p. 598.

Ort bestimmen; nun ist diese Klarheitsverteilung von zahlreichen Bedingungen abhängig; um die Abhängigkeit vom Ort zu isolieren, stellt er der unwissentlichen Auffassung eine andere gegenüber, die die Abhängigkeit vom Ort nicht enthält, darum weil überhaupt die räumliche Konkurrenz ausgeschlossen ist, nämlich die Auffassung bei ausschließlicher Beachtung des Variationsortes. Gleichzeitig sehen wir, wie die Schwellendivision nichts anderes ist als eine implizite Verwendung des oben formulierten Prinzips der Reziprozität von Eindrucksfähigkeit und Beachtungszuwachs. Denn die geschilderte Aufeinanderbeziehung der Schwellen zeigt unmittelbar den Einengungseffekt, und geschlossen wird daraus auf die Klarheitsverteilung, d. i. auf die Eindrucksfähigkeit der einzelnen Elemente in Abhängigkeit von ihrem Ort.

Die skizzierte Verwendung der Unterschiedsschwellen zur Messung des Bewußtseinsgrades stellt die letzte Vollendung der psychologischen Auffassung des Weberschen Gesetzes und zugleich deren praktische Verwendung dar, indem sie die Schwellengröße nicht mit der physikalischen Intensität des Reizes, sondern mit anderen Schwellen in Beziehung bringt und demgemäß keine Schlüsse zieht auf das Verhältnis zwischen Reiz und Empfindung, sondern auf die verschiedene Stellung der veränderten Elemente im Bewußtsein.

IV.

Nachdem wir jetzt Methoden zur Messung von Bewußtseinsgraden kennen gelernt haben, sind wir endlich in der Lage, unsere Aufgabe klar zu übersehen. Wir hatten uns ja das Problem gestellt, die Abstraktion als eine relative Verstärkung des Bewußtseinsgrades eines Merkmals vor den anderen und damit als eine besondere Apperzeptionsart zu erweisen. Hierzu müssen wir nicht sowohl den Gradzuwachs eines Merkmals durch die geflissentliche Beachtung als vor allem seinen Gradanteil an der abstraktionsfreien Auffassung zu messen versuchen. Beide Aufgaben sind praktisch identisch; denn den Gradanteil an der unpointierten Auffassung können wir nur bestimmen durch Rückschluß aus dem Beachtungszuwachs. Doch wird die Beachtung für uns nicht bloß, insofern sie diesen Rückschluß gestattet (wie bei Wirth), sondern an sich selbst Interesse haben,

darum weil wir verschiedenartige Einengungen auf die verschiedenen Merkmale verwenden. Der Schluß auf den Gradanteil der Merkmale bei unbeschränkter Auffassung kann nun entweder Gradgleichheit ergeben, und dann wäre die Einheitlichkeit der einfachen Vorstellung in der Tat erwiesen. Erhalten wir dagegen Gradverschiedenheit, so ist dies gleichbedeutend mit relativer Selbständigkeit der Merkmale, und die abstrahierende Apperzeption verliert damit ihre rätselhafte Besonderheit.

Praktisch werden wir also mit verschiedenen Apperzeptionslagen der Vp. zu arbeiten haben. Um die ganz uneingeengte, »gewöhnliche« Auffassungsweise aufrecht zu erhalten, die uns so sehr interessiert, und um die Beachtung der verschiedenartigen Merkmale zu untersuchen, verwenden wir im Gegensatz zu allen früheren Messungen mehrfache Variationshinsichten. — Es bleibe nicht unbemerkt, daß Wirth gelegentlich diese Versuchsmöglichkeit erwähnt[1]). Er lehnt sie für seine Zwecke natürlich ab, da ihm ja die räumliche Verteilung der Aufmerksamkeit die zu untersuchende Variable ist und er darum alle anderen Bedingungen möglichst konstant halten muß. Wir dagegen werden konstant halten den Gebietsumfang und die Zahl. Um hier die einfachsten Bedingungen herzustellen und die Einflüsse der räumlichen Verteilung der Aufmerksamkeit möglichst zu vermeiden, wird es sich empfehlen, zunächst nur eine einzige einfachste Vorstellung darzubieten. Wir wählen dazu eine optische Vorstellung, weil hier die Variationen physikalisch leichter herzustellen sind. Es ergab sich freilich auch hier, daß in zwei Dimensionen die Variationen praktisch nicht bewerkstelligt werden konnten, nämlich in Farbenqualität und Sättigung, und zwar nicht sowohl wegen der Schwierigkeit momentaner Variation als wegen der einer exakten Messung. So blieb als einzige intensive Variation die der Helligkeit. Als einfache Vorstellung nun soll uns dienen nicht etwa ein Strich, geschweige denn ein Punkt. Da vielmehr auch die einfachsten Gesichtsvorstellungen zweidimensionale Beschaffenheit haben, so ist die natürlich gebotene Vorstellung die einfachste zweidimensionale, ein Kreis. Um die Helligkeitsvariation wirksam vornehmen zu können, wählen wir einen hellen Kreis in dunklem Felde. Von extensiven

[1]) Ebenda p. 601.

Variationen bieten sich uns dar, wie erwähnt, Veränderungen der absoluten Lage und der Ausdehnung. Von den letzteren wollen wir, wegen ihrer Unvergleichbarkeit, solche vermeiden, welche eine Gestaltsveränderung darstellen würden. Wir geben darum nur solche Veränderungen der Ausdehnung, bei denen die Gestalt erhalten bleibt, also Größenveränderungen.

Wenn wir an diesem Objekt die Abstraktion mit Hilfe der Vergleichsmethode untersuchen, so erhalten wir zugleich willkommene Kenntnis von derjenigen abstrahierenden Besonderung, die sich vollzieht im Fortgange von einer Vorstellung zu einer zweiten: von der abstrahierenden Stauung. Denn die Vergleichsmethode ist ja gerade die systematische Anwendung dieser Stauung. Freilich ist gerade darum diese Stauung zunächst nur Mittel zum Zweck; wir können sie nicht aus unseren Resultaten herausziehen, da sie in alle als gemeinsamer Faktor eingeht. Aber wir werden sie studieren in ihren verschiedenen Graden und in ihrer Abhängigkeit von den verschiedenen Apperzeptionslagen.

Die Vergleichsmethode.

I.

Ehe wir nun aber auf die Versuche selbst eingehen können, müssen wir noch die Vergleichsmethode ausführlicher besprechen und die Besonderheiten herausarbeiten, die unsere Aufgabe erfordern wird. Dazu müssen wir schon auf die Grundlagen der Methode zurückgehen.

Das Wesen der Methode ist ja schon im historischen Bericht kurz auseinandergesetzt worden: es besteht darin, daß der zu bestimmende Inhalt mit einem vorgegebenen, konstanten Inhalt in Beziehung gebracht wird. Dieser erste Inhalt, der »Urkomplex«, bildet dann gewissermaßen die Wage für den verglichenen Inhalt[1]). Natürlich muß dieser Urinhalt, da es ja keine dauernden psychischen Inhalte gibt, immer wieder neu erzeugt werden durch vorherige Wiederholung des Reizkomplexes. Außerdem muß er selbstverständlich, um genügend Anhaltspunkte für die Vergleichung zu bieten, dem Vergleichsobjekt

---

[1]) Wirth, ebenda p. 576.

im weitesten Maße ähnlich sein. Die Folge ist, daß für die Auffassung des Vergleichsobjektes die denkbar günstigsten Bedingungen gegeben sind und zwar immer von neuem geschaffen werden, indem ihm der Urinhalt assimilierend entgegenkommt. Man könnte diese Gunst der Umstände abnorm finden und daraus einen Einwand gegen die Vergleichsmethode herleiten. Man könnte sagen: Soweit die Apperzeption des Vergleichsobjektes von dem präsenten Urinhalt assimilativ unterstützt wird, soweit kommt ihr offenbar die Arbeit zugute, die vorher zum Aufbau des Urkomplexes nötig war. Kein Wunder darum, wenn die Umfangsbestimmungen nach der Vergleichsmethode reicher ausfallen, da vorgeleistete Arbeit in sie eingeht. — Ein solcher Einwand vergäße, daß ja jeder psychische Inhalt von den vorhergegangenen Ereignissen kausal bedingt ist. Man denke nur an den Übungseinfluß, der ja zum guten Teil auf der Wirkung solcher Assimilationen beruht. Dagegen hat die Vergleichsmethode den Vorzug, daß sie den »Fehler« der assimilativen Einwirkung früherer Erlebnisse dadurch eliminiert, daß sie ihn maximal macht und konstant erhält. Daraus folgt aber gleich ein zweites. Da nämlich das Urobjekt bis zur maximalen Beherrschung eingeübt wird, so wird, wenigstens wenn es verhältnismäßig kompliziert ist, ein ziemlich beträchtlicher Übungseffekt zu erwarten sein.

Was nun die Vergleichung selbst angeht, so ist bekannt, daß eine Vergleichung zweier unmittelbar aufeinander folgender ähnlicher Inhalte — vorausgesetzt natürlich, daß sie überhaupt in vergleichender Absicht aufgefaßt werden — nicht durch eine nachträglich hinzutretende, selbständige Vergleichshandlung geschieht; vielmehr wird der zweite Inhalt unmittelbar erlebt als assimilativ auf den ersten bezogen[1]). Er erscheint, wenn er gegen den ersten verschieden, aber ähnlich ist, nicht als ein »anderer« Inhalt, sondern als »veränderter«. — Wir müssen aber den Mechanismus dieses Aufeinanderbeziehens noch näher betrachten. Nachdem der Urkomplex in allen seinen Teilen vollständig aufgefaßt worden ist, stellt seine aktuelle Beherrschung einen geschlossenen, fest umschriebenen Zustand der Apperzeption dar. Die Auffassung des Vergleichsobjektes geschieht im Fortgang von diesem Zustande, und zwar wird die objektive Gleich-

[1]) Wundt, Phys. Psych. III [5], p. 508.

heit als Identität des Objektes erlebt[1]), während die Verschiedenheit eine eigenartige Unterbrechung der Apperzeption[2]) herbeiführt. Diese Unterbrechung kann verhältnismäßig »chaotisch« sein, indem sie zum bloßen Eindruck des unbestimmten Verändertseins führt. Sie kann aber auch zu einer ganz detailliert bestimmten Umlagerung der Apperzeption führen. Diese geschieht dann regelmäßig so, daß das objektiv veränderte Element vor den anderen apperzeptiv stark bevorzugt ist; es »springt heraus«. Man hat diese Tatsache mit dem schon erwähnten Begriff der »Stauung« bezeichnet. Nimmt man ihn an, so kann die Vergleichsmethode geradezu als eine systematische Verwertung dieser Stauung charakterisiert werden[3]). Wir werden nun lediglich solche Fälle als richtig notieren, wo diese Umlagerung und dies Herausspringen wirklich erfolgt, und werden die Schwelle dort anzusetzen haben, wo dies eben eintritt. Darum wollen wir einen Augenblick theoretisch überlegen, wovon der Grad dieses Herausspringens abhängt, um zu sehen, welche Schlüsse wir daraus werden ziehen dürfen, während wir die experimentelle Beschreibung des Herausspringens erst später geben werden.

Wir erwähnen dabei nicht die Bedingungen, welche diesem Herausspringen als einer psychischen Leistung überhaupt zukommen. Wir übergehen auch die, welche die erkennende Auffassung des Herausspringens als Assimilationsprodukt bestimmen; denn auch die daraus folgende Forderung, die Nähe der Assimilationen durch maximale Einübung konstant zu erhalten, ist unseren Versuchen nicht eigentümlich. Was die Stauung als solche anbetrifft, so ist sie wesentlich von zwei Faktoren bedingt: von der Größe der Veränderung und von dem Bewußtseinsgrad des zu verändernden Elementes vor der Veränderung. Beides sind Tatsachen, die die alltägliche Erfahrung allenthalben bestätigt, die aber nicht ohne weiteres weiter zurückgeführt werden können. Auf dieser Zweiheit der Faktoren beruht die ganze Verwendung der Vergleichsmethode bzw. der Stauung zur Messung von Bewußtseinsgraden. Diese geschieht nun so, daß das Produkt, das Heraustreten, in konstanter Größe, nämlich als ebenmerkliches, hergestellt wird. Dies wird erreicht durch Va-

---

[1]) Das nähere unten bei den Versuchen mit mehrfachen Objekten.

[2]) Wirth, a. a. O. p. 566/7.

[3]) Ebenda p. 611.

riation des einen Faktors, nämlich der Veränderungsgröße; diesem Faktor ist dann der andere, der Bewußtseinsgrad des Elementes, umgekehrt proportional. Auf diese Weise wird die Schwierigkeit vermieden, die den Reproduktionsmethoden die Gradbestimmung unerreichbar macht, nämlich den Bewußtseinsgrad selbst zum Inhalt einer inneren Beobachtung zu machen und dann irgendwie zu reproduzieren.

Gegenüber dem veränderten Elemente treten alle anderen Elemente des Vergleichsobjektes an Bewußtseinsgrad stark zurück. Ihre Stellung im Vergleichsbewußtsein ist stark benachteiligt; es kommt hier selten zur Ausbildung eines Gleichheitsbewußtseins, das an Sicherheit der Auffassung der Veränderung vergleichbar wäre, in der Regel bleibt es bei dem Mangel eines Verschiedenheitsbewußtseins. Wenn aber auch die unveränderten Elemente nicht Gegenstand eines bestimmten Gleichheitsbewußtseins sind, so sind sie gleichwohl im resultierenden Vergleichsbewußtsein mit vertreten, umfaßt das Vergleichsbewußtsein den Komplex als ganzen. Denn einmal sind sie nötig, um jene Kontinuität herzustellen, in deren Rahmen das herausgesprungene Element als Veränderung des Urinhaltes erscheint. So groß nämlich auch die Verselbständigung des veränderten Elementes sein mag, so tritt es doch immer auf in Begleitung des charakteristischen Verschiedenheitsbewußtseins[1]). Enger noch sind die unveränderten Elemente an dem Herausspringen insofern beteiligt, als sie durch simultane assoziative Verbindungen den Bewußtseinsgrad des zu verändernden Elementes im Urkomplex mitbestimmen. Insofern dieser den Grad des Herausspringens bedingt, tragen sie mittelbar zu dem Heraustreten bei. Umgekehrt können diese stützenden Elemente von dem Verschiedenheitsbewußtsein mitergriffen werden, das sie haben hervorbringen helfen. Teilten sie erst dem später variierten Elemente von ihrer Eindrucksfähigkeit mit, so reißt dieses sie jetzt gewissermaßen mit fort, oder wie man gesagt hat, die Stauung »strahlt aus«.

II.

Aus dieser Analyse der Vergleichung bestimmt sich die Art der Darbietung der zu vergleichenden Objekte fast von selbst. Zunächst

[1]) Ebenda S. 621.

braucht kaum bemerkt zu werden, daß die Darbietung des Vergleichskomplexes kurzzeitig erfolgen muß, um eine Bestimmung des simultanen Apperzeptionszustandes zu ergeben. Für den Urkomplex dagegen haben wir schon wiederholt, zur konstanten Nähe der Assimilationen, maximale Bereitschaft gefordert. Diese würde durch eine kurzzeitige Exposition gewiß nicht erreicht werden, vielmehr empfiehlt sich hier eine längere, vom Beobachter selbst zu begrenzende Darbietung[1]). Es zeigt sich nämlich, daß die vom einzelnen Beobachter für die Beherrschung erforderte Expositionsdauer große und zwar sehr konstante individuelle Differenzen aufweist — ein noch gar nicht angebrochenes Forschungsgebiet für eine differentielle Psychologie. Nunmehr bleibt für uns nur noch eine Frage: ob wir das tachistoskopisch gebotene Vergleichsobjekt als Momentphase in ein kontinuierlich dargebotenes Bild einfügen oder selbständig abgrenzen wollen[2]). Zum Entscheid müssen wir daran denken, daß wir die verschiedenen Einstellungen der Apperzeption in den Schwellenverhältnissen finden wollen, daß uns also daran gelegen sein muß, die Schwellen möglichst auseinanderzuziehen, daß wir ferner zunächst mit einem einfachsten Objekt arbeiten wollen. Für ein solches würden wir aber voraussichtlich bei kontinuierlicher Darbietung so feine Schwellen erhalten, daß ihre Veränderung durch die verschiedene Konzentration kaum durch mühsamste Messungen festzustellen wäre. Aus diesem Grunde werden wir uns für die diskrete Darbietung des Vergleichsobjektes entscheiden. Dabei müssen wir natürlich von vornherein mit dem Nachteil rechnen, daß durch diese Trennung die assimilative Verarbeitung des Vergleichsobjektes erschwert und einem unanalysierten Gesamteindruck ein häufigeres Vorkommen eingeräumt wird. Will man aber diese Trennung vornehmen, so muß man offenbar das Urobjekt, um es dem tachistoskopisch gesehenen Vergleichsobjekt im weitesten Maße vergleichbar zu machen, ebenfalls tachistoskopisch darbieten und muß die oben geforderte längere Darbietung durch beliebig häufige Wiederholung der tachistoskopischen Exposition gewähren. Diese Wiederholung wird, wie kaum erwähnt zu werden braucht, am erfolgreichsten sein, wenn sie rhyth-

[1]) Ebenda p. 575.
[2]) Über die beiden Möglichkeiten vgl. Wirth, ebenda p. 581.

misch geschieht. Freilich bringt diese Rhythmisierung den Nachteil, daß sie ein gewisses Minimum der Zwischenzeit zwischen den Expositionen der beiden Objekte vorschreibt und ihre möglichst enge Aneinanderrückung verbietet[1]). Aber anderseits muß man daran denken, daß ja die Apperzeption wellenförmigen Schwankungen unterliegt. Wählt man nun eine Expositionsfolge, die dem Beobachter angenehm ist, so stellen sich die Apperzeptionsschwankungen ganz von selbst auf die Expositionen ein (was man leicht konstatiert, wenn man nachträglich versucht, sich über das in den Zwischenzeiten Bemerkte Rechenschaft zu geben). So bewirkt die Rhythmisierung, daß die entscheidende Vergleichsexposition nicht nur mit maximaler Erwartung, sondern auch mit einem »Wellenberg« von Apperzeption aufgefaßt wird.

Von einer wiederholten Darbietung des ersten Objektes nach Darbietung des Vergleichsobjektes wurde, da Wirth hier keinen Unterschied fand[2]), vollständig àbgesehen — wenn auch die Frage bei mehrfacher Variation noch zu untersuchen sein mag.

III.

Die Angabe der Vergleichung der beiden Komplexe erfolgt im reflektiven Vergleichsurteil. Wir wollen einen Augenblick überlegen, was für Vergleichsurteile wir gemäß unserer Aufgabe zu fordern haben werden. Bei den Wundt-Dietzeschen Versuchen, wo es nur auf die Schätzung des Umfangs einer sukzessiven Reihe bis auf ein Glied genau ankam, wurden einfache Gleichheits- und Verschiedenheitsurteile gefällt. Wirth, der die Aufmerksamkeitsverteilung über ein räumliches Gebiet untersuchte, ließ die Urteile durch eine Angabe des Variationsortes ergänzen. Wir, die wir die Veränderungshinsicht als Variable haben, werden eine Angabe der veränderten Dimension verlangen müssen, und wenn wir mehrfache Objekte verwenden, darüber noch eine Bestimmung des veränderten Objektes. Es könnte nun scheinen, als würde dadurch das Vergleichsurteil so überlastet, daß der Wert der ganzen Methode in Frage käme. Dagegen ist zu bedenken, daß diese determinierte

[1]) Ebenda p. 586.
[2]) Ebenda p. 616.

Angabe nur für einen Teil des apperzipierten Inhaltes verlangt wird, nämlich für den veränderten, und diese kann bequem gegeben werden, da die Veränderung in der auseinandergesetzten Weise herausspringt und nun festgehalten werden kann, während der übrige Inhalt ohne Not verloren gegeben werden mag. Vor allem wird aber auch durch die komplizierteste Determination nicht das berührt, was die Vergleichsmethode zur Messung von Bewußtseinsgraden so geschickt macht.

Diese Angaben der variierten Hinsicht bzw. des variierten Elementes treten also als Determinationen zum einfachen Vergleichsurteil hinzu. Da nun offenbar gleichzeitig in den verschiedenen Determinationsrichtungen verschieden große Veränderungen bemerkt werden können, so erhalten wir eine Kreuzung von Verschiedenheitsgrad und Dimension. Dies wird für uns wichtig bei den Schwellenbestimmungen. Es können nämlich die verschiedenen Determinationen der Veränderung in dem Maße selbständig voneinander auftreten, als die zugehörigen objektiven Veränderungsgrößen selbständig die Unterschiedsschwelle überschreiten. So kann z. B. bei einer aufsteigenden Reihe von Versuchen die Angabe des Ortes der Veränderung früher auftreten als die der Qualität.

Hierzu kommt noch die bei jedem Apperzeptionsurteil auftretende Kreuzung des Urteilsinhaltes mit dem Sicherheitsgrad. Wir müssen dabei unterscheiden zwischen der Sicherheit der vollzogenen Apperzeptionshandlung als solcher und der Sicherheit des einzelnen apperzipierten Inhaltes. Diese Unterscheidung wird vielleicht am besten an einem Beispiel klar. Gibt die Vp. nach einem Versuch an: »Ich habe nichts Sicheres gesehen«, so fragt man wohl: »Waren Sie gestört oder haben Sie nichts bemerken können?« Die erste Art der Sicherheit ist die Sicherheit des »gelungenen Versuchs«; sie entspringt bei unserer speziellen Aufgabe dem Bewußtsein, Urobjekt und Vergleichsobjekt so klar aufgefaßt und die Beziehung zwischen den einzelnen Darbietungen so hergestellt zu haben, wie es der Beobachtungspflicht entspricht. Diese Sicherheit kommt also dem Versuchsergebnis im ganzen zu. Da sie Voraussetzung aller psychologischen Versuche ist, brauchen wir uns hier nicht weiter mit ihr zu beschäftigen; nur bei Ausarbeitung unserer Versuchspraxis werden wir sie nochmals erwähnen müssen. Innerhalb des sicher

gelungenen Versuchs werden nun die einzelnen Inhalte, in unserem Fall Veränderungen, mit verschiedenen Sicherheitsgraden aufgefaßt. Diese Sicherheit kommt oft schon in der Stimmlage zum Ausdruck, ohne daß auf sie reflektiert wird, indem die sicher beobachteten Inhalte mit sinkender, akzentuierter und schnellerer, die unsicher beobachteten mit höherer, schwebender und zögernder Stimme ausgesagt werden.

Da diese letztere Sicherheit verschiedenen gleichzeitig bemerkten Veränderungen in verschiedenem Grade zukommt, so kreuzt sie sich mit dem bereits analysierten Bestand des Vergleichsurteils. Bei den Gleichheitsurteilen verbirgt sich unter den extremen Sicherheitsstufen eine Artverschiedenheit: nämlich die zwischen dem (selteneren) positiven Gleichheitsurteil zum Ausdruck eines deutlichen Gleichheitsbewußtseins und dem negativen als Ausdruck mangelnder Verschiedenheit. Nach dem, was wir bei Gelegenheit der Stauung über das Zurücktreten der unvariierten Elemente gesagt haben, ist zu erwarten, daß das partielle Gleichheitsurteil vorwiegend von der negativen Art sein wird. Aber auch als totales ist das positive Gleichheitsurteil selten. Es ist praktisch, die Vp. anzuweisen, das mangelnde Verschiedenheitsbewußtsein durch »Nichts« oder »Keine Veränderung« anzugeben. Man erhält dann das positive »Gleich« recht selten, und zwar um so seltener, je vorsichtiger eine Vp. ist.

Bei den Verschiedenheitsurteilen kann die Angabe der Unsicherheit implizit enthalten sein in dem Mangel der Bestimmung der Variationshinsicht, da ja diese Bestimmung den Vp. aufgegeben ist. Diese Unbestimmtheit kann dann wieder eine totale oder partielle sein. Bei mehrfachen Objekten kann entweder der Ort erkannt und die Qualität unbestimmt gelassen oder überbestimmt, oder es kann die Qualität erkannt und der Ort weggelassen bzw. verwechselt werden. Besonders ist noch eine Möglichkeit zu erwähnen, für die es aber erst einer terminologischen Verständigung bedarf. Das Wort »Variationsrichtung« ist nämlich doppelsinnig: man kann darunter verstehen einmal die Hinsicht, Dimension, dann aber auch die »Richtung« der Veränderung innerhalb einer Dimension relativ zum konstanten Reiz, ob aufsteigend oder absteigend. Wir wollen darum »Richtung« nur in ganz unmißverständlichem Zusammenhang gebrauchen und für die letztere Bedeutung das vollere, wenn auch

weniger schöne »Richtungssinn« setzen. Es ist nun die Möglichkeit, daß in einem Vergleichsurteil der Richtungssinn ohne die Dimension angegeben wird. Dies geschieht dann in Ausdrücken wie »eindrucksvoller«, »minderwertiger«, oder aber, da die Sprache für den bloßen Richtungssinn keine speziellen Bezeichnungen ausgebildet hat, durch Überbestimmung: »Größer oder heller«.

Wir werden sehen, daß die überlegten Möglichkeiten nicht müßige Denkprodukte sind, sondern psychische Existenz haben. Zugleich wird uns ihre relative Häufigkeit wertvollen Aufschluß über das psychische Verhältnis der einzelnen Hinsichten geben. Erfolgen nämlich die verschiedenen möglichen Urteile mit gleicher Häufigkeit, so wäre wahrscheinlich, daß die Hinsichten eine ebenso unabhängige psychische Existenz haben, wie wir sie eben als logische Determinationen des einfachen Vergleichsurteils unabhängig voneinander eingeführt haben. Dagegen werden etwaige bevorzugte Verbindungen auf eine Verwandtschaft der Dimensionen und auf Neigung zu Verschmelzungen schließen lassen.

IV.

Indem nun objektiv verschieden große Veränderungen dargeboten werden, können aus den abgegebenen Urteilen Schwellen bestimmt werden. Mit welchem Rechte diese Schwellen als ein Maß des Bewußtseinsgrades betrachtet werden können, haben wir bereits gesehen. Es bleibt noch zu erörtern, wie wir diese Schwellen zu verwenden haben. Dabei erinnern wir uns unserer doppelten Problemstellung, daß wir die Gradverschiedenheit kennen lernen wollten sowohl eines Merkmals, welche es durch die Beachtung gegenüber der unbeschränkten Auffassung erfährt, wie der konkurrierenden Merkmale untereinander bei abstraktionsfreier Auffassung.

Zunächst bringen wir die bei verschiedenen Einstellungen der Aufmerksamkeit gewonnenen Schwellen desselben Merkmals miteinander in Beziehung und erkennen daran das Gelingen der verschiedenen Beachtungsweisen. Da die Identität des Merkmals die Konstanz der sonstigen, objektiven Bedingungen der Apperzeption verbürgt, so ist die Verschiedenheit der Schwellen lediglich bedingt durch den Beachtungsfaktor; die Division der Werte ergibt darum

unmittelbar den Beachtungszuwachs. Je mehr sich der wissentliche Wert gegen den unwissentlichen senkt, je kleiner also das Verhältnis $\frac{\text{Wissentlicher Wert}}{\text{Unwissentl. Wert}}$ ist, um so größer ist dieser Beachtungszuwachs. Anderseits ist aber, wie schon oft auseinandergesetzt, der Beachtungseffekt der Einengungsfähigkeit umgekehrt proportional. So ist ein jeder solcher Quotient gleicherweise von der subjektiven Beachtungstätigkeit wie von der objektiven Eindrucksfähigkeit abhängig. $\left(\frac{\text{Wissentl.}}{\text{Unwissentl.}} = \text{Eindrucksfähigkeit} = \frac{1}{\text{Beachtungseffekt}}.\right)$ Wenn z. B. die wissentliche Schwelle mit der unwissentlichen übereinstimmt, so kann das sowohl die Ursache haben, daß der Inhalt sehr eindrucksvoll ist, oder daß die Beachtung nur unvollkommen realisiert wird. Diese beiden Bestimmungsstücke zu isolieren, gibt der Quotient selbst natürlich kein Mittel an die Hand. Um trotz dieser doppelten Determiniertheit den Quotienten zum Rückschluß auf die Eindrucksfähigkeit verwenden zu können, muß konstante maximale Beachtung gefordert werden.

Die Bildung der Verhältniswerte gibt nun gleichzeitig die Möglichkeit, über die Schwellen einer Veränderung hinauszugehen und den Bewußtseinsgrad verschiedener Merkmale zu vergleichen. Nur in Ausnahmefällen werden wir uns gestatten, die absoluten Schwellen verschiedener Veränderungen zu vergleichen: dann nämlich, wenn dies Veränderungen desselben Merkmals und derselben Dimension sind und sich nur durch den Richtungssinn unterscheiden, und auch hier werden wir lieber die Verhältniswerte benutzen.

Aus diesem Verhältnis $\left(\frac{W}{Uw} = \frac{1}{n}\right)$ schließen wir auf den Grad der verschiedenen Merkmale bei gleicher Apperzeptionslage. Dieser Schluß kann nun wieder in doppelter Weise geschehen. Entweder man schließt auf die unbeschränkte Auffassung und fragt, welcher Teil der bei maximaler Beachtung erreichbaren Auffassung bei der unwissentlichen vertreten ist ($Uw = n \cdot W$). Da hier die bei maximaler Beachtung gewonnenen Werte als Einheiten fungieren, so können hier nur gleichartige Werte verwendet werden, d. h. praktisch nur solche, wo die objektive Veränderung der beachteten entsprach. Man kann aber auch umgekehrt aus dem Verhältnis auf

die wissentlichen Werte schließen und fragen, wie weit bei den einzelnen Merkmalen die Beachtung gelang ($W \doteq \frac{1}{n} Uw$). Hierbei können durch die unwissentlichen Werte auch diejenigen wissentlichen Veränderungen gemessen werden, von denen die Beachtung grade abgewendet war, und wir können fragen, wie weit diese Abkehr die unwissentliche Lage veränderte.

Die erste Anordnung.

Die Anforderungen, die wir nach Maßgabe unserer Methode an die Versuchsanordnung stellen mußten, waren nach dem Gesagten folgende: Es mußte das Objekt beliebig oft tachistoskopisch dargeboten und dann in einem vom Beobachter selbst zu bestimmenden Augenblick gegen das Vergleichsobjekt ausgewechselt werden können.

Die Anforderungen, die an jede tachistoskopische Anordnung zu stellen sind, hat Wundt ausführlich besprochen[1]). Wir können sie wie folgt zusammenfassen: Ausschluß von Augenbewegungen, Beschränkung auf die Stelle des deutlichsten Sehens, verhältnismäßige Gleichzeitigkeit der Einwirkung aller Teile des Objekts, günstige Adaptation, Vermeidung von Nachbildern, Ausschluß von Aufmerksamkeitswanderungen.

Den erstgenannten speziellen Anforderungen wurde in der Weise genügt, daß die wiederholte tachistoskopische Darbietung durch ein Rotationstachistoskop, die Auswechselung durch ein Falltachistoskop geschah. Dabei wurde das eine Objekt im Spiegel, das zweite direkt gesehen.

Hiernach wird man die Beschreibung der Anordnung mit Hilfe des Grundrisses sofort verstehen. *R* (Fig. 1) ist das Rotationstachistoskop, und zwar benutzte ich das Gestell des Wirthschen Spiegeltachistoskops[2]). Als Scheibe bediente ich mich anfänglich der von Wirth benutzten Spiegelscheibe, sah aber dann davon ab, weil hier stets der Rand der Spiegelscheibe mitgesehen wurde und dieser einen verfälschenden Anhaltspunkt für die Lageverschiebungen bot. Ich zog deswegen auf das Gestell eine Pappscheibe von 42 cm

[1]) Philos. Stud. XV, p. 288 f.
[2]) Philos. Stud. XVIII, p. 687 ff.

Durchmesser, also mit weit über das 30 cm messende Gestell übergreifendem Rande. Die übrigen Maße, insbesondere des Ausschnittes (5 cm breit, beginnend 9 cm vom Zentrum, endend 7 cm vor der Peripherie) hielt ich, wie sie Wirth verwandte, so daß ich für alles übrige, insbesondere für die Berechnung der Expositionsdauer, auf die Wirthsche Beschreibung verweisen kann. Ich habe nur noch

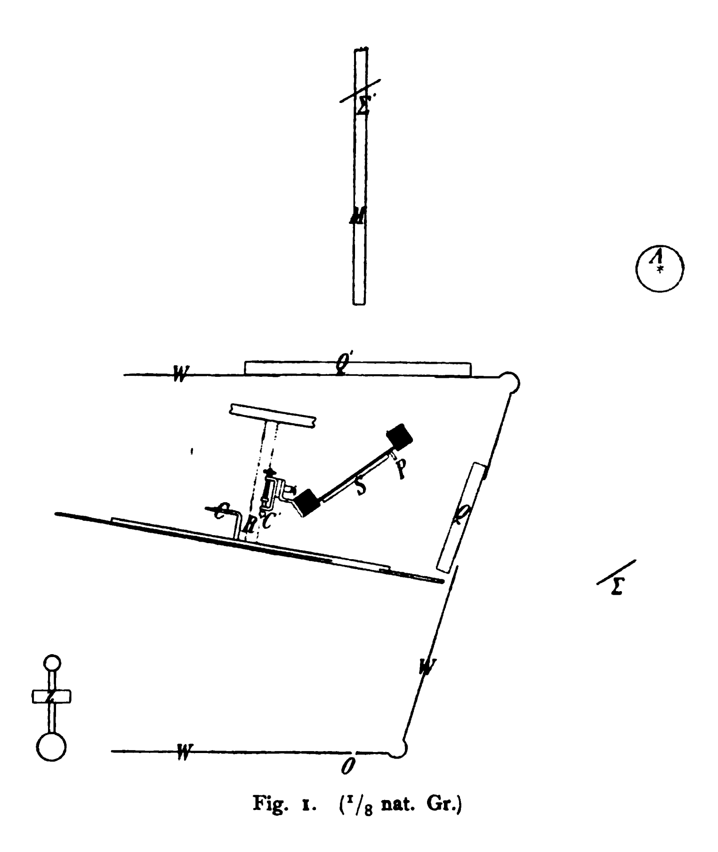


Fig. 1. (1/8 nat. Gr.)

hinzuzufügen, daß das Tachistoskop mit einer Geschwindigkeit von einer Umdrehung pro Sekunde rotierte, angetrieben durch einen (in der Figur weggelassenen) Elektromotor, dessen Geschwindigkeit durch aufmerksame Widerstandsregulierung konstant erhalten wurde. Die Expositionsfolge von einer Darbietung pro Sekunde wurde von allen Beobachtern angenehm gefunden. Diese Zwischenzeit ist kürzer als die, welche sonst als günstigste Zeit für die Reproduktion angegeben

wird (2 Sekunden)[1]). Man muß aber bedenken, daß die Bedingungen insofern abweichende sind, als die Reproduktionsversuche mit nur einmaliger Darbietung des Normalreizes angestellt wurden. Bei solchen Versuchen ist allerdings eine Zwischenzeit von 1 Sek. zu kurz, man wird hierbei vom Vergleichsreiz einigermaßen überrascht, weil man mit der apperzeptiven Verarbeitung des Normalobjektes gewissermaßen noch nicht fertig ist. Bei unseren Versuchen fällt diese Verarbeitung noch durchaus in die Zeit der wiederholten Darbietung des Urkomplexes. Die Darbietung des Vergleichsobjektes findet darum den Beobachter schon nach der Zwischenzeit von 1 Sek. durchaus zum Vergleich bereit, wie am besten die Gefühlslage des Beobachters (keine Überraschung) beweist.

Schräg zur Ebene des Rotationstachistoskopes war das Falltachistoskop aufgestellt. Der entsprechendste Winkel zwischen Blicklinie und Ebene des Tachistoskopes wäre 45° gewesen; mir war zufällig durch den Unterbau ein solcher von 55° gegeben. Zwischen den Pfeilern TT' des Tachistoskopes (lichte Weite 10 cm) bewegte sich als Schlitten ein Rahmen, der den 8,5 cm breiten Spiegel S trug. Über dem Spiegel trug der Rahmen eine Fahne aus geschwärztem Aluminiumblech, 10 cm breit, die ebenfalls zwischen den Pfeilern glitt und einen Zwischenraum von 9 cm Höhe zwischen sich und dem oberen Spiegelrande frei ließ. Um den Rahmen in den verschiedenen Stellungen festzuhalten, dienten zwei von dem Grundbrett vertikal aufragende Träger von 9 cm Höhendifferenz. Ruhte der Rahmen auf dem obersten Träger, so sah der Beobachter O durch den Spalt des Rotationstachistoskopes den Spiegel und in dem Spiegel das seitwärts aufgestellte Normalobjekt Q. Diese Stellung war so einzurichten, daß sie beliebig lange beibehalten und infolgedessen die Darbietung beliebig oft erfolgen konnte. Wenn dagegen der Rahmen auf dem zweiten, niedrigeren Träger ruhte, so war der Durchblick zwischen Spiegel und Fahne frei, und der Beobachter sah direkt das Vergleichsobjekt Q'. Diese Stellung durfte nur so lange währen, daß eine Darbietung erfolgte, und wurde dann von der dritten Stellung abgelöst. Bei dieser war der Spiegel bis zur Grundfläche gefallen und die Fahne verdeckte den Durchblick.

[1]) Nach den Versuchen von Wolfe und Radoslawow, vgl. Phys. Psych. III [5], p. 483 und 487.



Die Auswechselung dieser Stellungen erfolgte durch kurzzeitigen Akkumulatorenstrom. Um diesen wirksam werden zu lassen, waren die Träger als einarmige, um je eine horizontale, am Grundbrett gelagerte Achse drehbare Hebel vor kräftigen Elektromagneten montiert. In der Ruhelage wurde jeder Träger von einer starken, dem Magneten entgegengesetzt gerichteten Spiralfeder festgehalten und trug so den Rahmen, indem er ihn an einer kurzen Nase am unteren Rande stützte. Wurde der Träger vom Magneten angezogen, so gab er den Rahmen dem Falle auf den kürzeren Träger bzw. auf das Grundbrett preis. Um diesen Fall zu bewirken, genügte ein ganz kurz dauernder Strom, stark genug, um den Träger unter der Nase hinwegzuziehen. Dieser Stromimpuls mußte insofern in das Belieben der Vp. gestellt werden, als er nach beliebig vielen Darbietungen einzuführen war; er war aber in seinem Verhältnis zur Rotationsphase des Spiegeltachistoskopes von der Vp. unabhängig zu machen, denn der Fall durfte nicht während des Vorüberganges des Spaltes sichtbar sein. Endlich mußte eine Umdrehung nach dem ersten Fall, welcher das Vergleichsobjekt hatte sehen lassen, der zweite Fall eintreten, welcher es verschwinden machte. Dies alles von der Vp. zu leisten, hätte offenbar bedeutende Aufmerksamkeit gekostet. Es durfte daher nur der Beginn der Auswechselung überhaupt ihrer Tätigkeit zugeschoben werden, alles übrige, die Wahl des rechten Momentes und die Aufeinanderfolge der beiden Auswechselungen, mußte mechanisch geregelt werden. Darum beschränkte sich die Tätigkeit der Vp. darauf, wenn sie das Vergleichsobjekt sehen wollte, auf den Taster *Z* zu drücken und diesen niedergedrückt zu halten, bis der doppelte Fall erfolgt war. Um den Stromschluß dem rechten Phasenmoment zuzuordnen, wurde die Stromleitung von dem Taster zunächst zu einem Schleifkontakt *C C'* geführt, welcher am Rand der rotierenden Scheibe angebracht war und den Stromschluß nur in einer bestimmten Stellung der Scheibe erfolgen ließ und auch nur für die Dauer des Vorüberganges aufrecht erhielt. Dieser kurze Strom war nun zuerst durch den Magneten am längeren Träger, eine Umdrehung später durch den am kürzeren Träger zu leiten. Zur Umschaltung diente eine einfache Kontaktwechselvorrichtung, die rechts vom Pfeiler *T'* des Falltachistoskopes angebracht war. Sie bestand aus einem zweiarmigen Messing-

hebel, dessen kürzerer Arm in zwei um einen kleinen Winkel verschiedenen Stellungen auf zwei verschiedenen Kontaktplatten ruhte. Durch jede der beiden Platten führte ein Zweig des gegabelten Stromes, welcher von da durch je einen der beiden Magnete lief. Die Auswechselung der beiden Stellungen des Kontakthebels geschah durch den fallenden Rahmen, welcher mit Hilfe des Stiftes *P* den längeren Arm des Kontakthebels niederdrückte und dadurch den kürzeren Arm von der unteren Kontaktplatte zur oberen umstellte. Wenn der Stift *P* den Hebelarm erreichte und von der Kontaktplatte loszureißen begann, war der Schleifkontakt bereits vorübergegangen und der Strom wieder unterbrochen, so daß an der Kontaktplatte kein Öffnungsfunke entstand. Der tatsächliche Verlauf einer Auswechselung geschah folgendermaßen: Zunächst ruhte der Rahmen auf dem längeren Träger und der Kontakthebel auf der unteren Kontaktplatte. Drückte die Vp. den Taster nieder, so wurde beim nächsten Vorübergang der Kontaktfeder *C* an der Kontaktschraube *C'* der Strom geschlossen. Der Strom ging durch die untere Kontaktplatte zum Magneten des längeren Trägers, der Magnet riß den Träger an sich und der Rahmen fiel auf den kürzeren Träger. Im Fall wurde der Kontakthebel auf die obere Kontaktplatte umgestellt. Beim nächsten Vorübergang des Schleifkontaktes erfolgte abermaliger Stromschluß; diesmal wurde der Magnet des kürzeren Trägers durchflossen, infolge wovon der Rahmen auf das Grundbrett fiel. Jetzt konnte die Vp. den Taster freigeben. Schleifkontakt und Fall des Rahmens verursachten ein nicht ganz zu beseitigendes Geräusch, für das ich keine bessere Entschuldigung habe, als daß es konstant war.

Als Normal- und als Vergleichsobjekt diente je ein heller Kreis, welcher auf der weißen Papierfläche erschien, die über den Holzrahmen *Q* bzw. *Q'* ausgespannt war. Um diesen Kreis erscheinen zu lassen, war hinter jedem dieser Papierbogen eine Blende aufgestellt, und zwar hinter *Q* zur Erzeugung des Normalobjektes eine feste Blende von 20 mm Durchmesser, hinter *Q'* zur Erzeugung des variablen Vergleichsobjektes eine Irisblende. Diese war als Irisblende in der Größe veränderlich; zur Erzeugung der Lageänderungen war sie auf einen Schlitten montiert, dessen Schlittenführung ihrerseits wieder auf einer Drehscheibe sich befand, die in einer Kreis-

führung drehbar war. Durch Zusammenwirken der Schlitten- und Kreisführung konnte die Blende an jeden Punkt der Fläche (nach Art von Polarkoordinaten) gebracht werden. Vom Auge des Beobachters betrug die wirkliche resp. scheinbare Entfernung des Objektes 40 cm. Diese Entfernung gewährte günstige Akkommodationsverhältnisse; zugleich fiel bei ihr das Objekt von 2 cm Durchmesser mit allen Lageveränderungen, die verwendet wurden, noch vollständig in das Gebiet des deutlichsten Sehens.

Zur Beleuchtung dienten zwei Glühlampen: eine gedämpfte beleuchtete Papierschirme und Tachistoskopscheibe, eine hellere gab die Helligkeit der Kreise. Um die Helligkeitszonen der beiden Lampen voneinander abzugrenzen, war die ganze Anordnung mit einer ca. 80 cm hohen Wand W auf drei Seiten abgeschlossen, welche nur für die Belichtung der Blenden und die Beobachtung Öffnungen hatte. Letztere Öffnung fixierte zugleich die Stellung des Auges O für die monokular erfolgende Beobachtung. Die gedämpfte Glühlampe befand sich oberhalb der Anordnung; sie war so angebracht, daß der Papierschirm von Q', das Spiegelbild des Schirmes von Q und die Vorderfläche der Tachistoskopscheibe gleiche Helligkeit zeigten. Daß die beiden Schirme leicht auf gleiche Helligkeit gebracht werden konnten, ist deutlich; daß mit ihnen die Tachistoskopfläche in Übereinstimmung gebracht werden konnte, bewirkte der diffuse Reflex von der hellen Vorderwand W.

Die Helligkeit für die beiden hellen Kreise gab die Glühlampe $\varLambda$ vermittels der beiden Spiegel Σ und Σ'. Diese Spiegel waren in der Normalstellung so aufgestellt, daß das Spiegelbild des Normalobjektes gleiche Helligkeit wie das Vergleichsobjekt zeigte. In dieser Stellung verhielt sich der helle Kreis zu seinem Hintergrund wie 15 : 4. Dies Verhältnis der geeignet gewählten absoluten Werte bewirkte es, daß Nachbildstörungen vollständig ausgeschlossen waren. Zur Variation der Helligkeit des Vergleichsobjektes war der Spiegel Σ' auf der Schiene M verschiebbar. Die Eichung erfolgte mittels Episkotisters. Ist a die Beleuchtung der gedämpften Lampe von vorn, x die Beleuchtung von hinten in der Normalstellung des Spiegels, $x_1 x_2$ .. bei Verschiebungen, so wurde $\frac{a}{a+x}, \frac{a}{a+x_1}, \frac{a}{a+x_2}$ .. gemessen und hieraus $\frac{x_1}{x}, \frac{x_2}{x}$ .. bestimmt. Diese Verhältnisse er-

gaben eine gute Übereinstimmung mit den umgekehrten Verhältnissen der Quadrate der scheinbaren Lampendistanzen (= der gebrochenen Lichtwege). Die zwischen den empirisch bestimmten liegenden Werte wurden dann rechnerisch fixiert.

Im ganzen bewährte sich die Anordnung sehr gut. Die Übereinstimmung zwischen dem Normalobjekt und dem unveränderten Vergleichsobjekt war so vollkommen, daß gelegentlich die Vp., wenn der Gleicheitsfall gegeben wurde, annahm, die Auswechselvorrichtung hätte versagt.

Zur Versuchspraxis.

Ehe wir aber über die einzelnen Ergebnisse der Versuche berichten können, die mit dieser Anordnung angestellt wurden, müssen wir zuvor ein paar allgemeine Eigenheiten der Versuche besprechen. Unsere Aufgabe führte uns ja dazu, mit verschiedenen Einstellungen der Apperzeption zu arbeiten. Wie dies geschah, ist vorerst zu berichten. Insbesondere ist auseinanderzusetzen, wie im unwissentlichen Verfahren die Unterschiedsschwellen bestimmt wurden. Denn, daß man hier brauchbare Werte erhielt, davon war das Gelingen der ganzen Untersuchung abhängig. Da gab es nicht viel zu theoretisieren; es galt einfach zu probieren und aus den Versuchen zu lernen. Darum nehmen die folgenden Bemerkungen eine gewisse Mittelstellung ein zwischen der theoretischen Problementwicklung und dem Versuchsbericht, indem die Ergebnisse, die bezüglich der Verfahrungsweisen gewonnen wurden, zur Norm für die fernere Versuchspraxis wurden.

Es ist ja leicht zu ersehen, daß sich unsere Aufgabe wie durch die Mehrheit der objektiv veränderten Hinsichten, so auch durch den Umfang der Unwissentlichkeit von früheren Untersuchungen unterscheidet. Wundt behandelt in Besprechung der Maßmethoden nur die Unwissentlichkeit hinsichtlich des Richtungssinnes[1]), Wirth brauchte Unwissentlichkeit über den Ort der Variation[2]); dagegen ist die Dimension der Veränderung in beiden Fällen bekannt und konstant. Wir, die wir den Anteil der Dimensionen an der Apperzeption unter-

[1]) Phys. Psych. I[5], p. 491.
[2]) Philos. Stud. XX, p. 600.

suchen, bedürfen einer Unwissentlichkeit hinsichtlich der Dimensionen.

Diese Unwissentlichkeit wurde erzeugt durch die Instruktion, das Objekt gleichmäßig, »natürlich«, ohne einseitige Pointierung zu betrachten. Aufrechterhalten wurde sie durch dasselbe Mittel, das Wundt für die Unwissentlichkeit hinsichtlich des Richtungssinnes empfiehlt, durch die Unregelmäßigkeit der Variationen. Darum mußten in die Reihe der Versuche aus der Dimension, in welcher man die Schwelle suchte, immer wieder Versuche anderer Variationshinsichten eingestreut werden.

Aber auch in der beliebig variierten Versuchsfolge gibt es noch Fehlerquellen in den feinen Wirkungen, die sich von Versuch zu Versuch spinnen. So sehr sich nämlich der Beobachter mühen mag, jeder neuen Darbietung unwissentlich gegenüberzustehen, so zeigen doch die objektiven Resultate, daß jeder Versuch Nachwirkungen hinterläßt und den darauf folgenden kontrastierend oder angleichend zu beeinflussen vermag. Wir werden dies noch in anderem Zusammenhang besprechen; hier braucht es außer der Konstatierung der Tatsache nur noch die Bemerkung, daß diese Wirkung auch von unterschwelligen Veränderungen ausgehen kann, wie z. B. in der Versuchsfolge:

Durchmesser des Kreises um 0,25 mm vergrößert.
  Urteil: Sehr unsicher. Vielleicht Verschiebung.
Dieselbe Darbietung. Urteil: Größer. (Sicher.)

Für die Versuchspraxis folgt daraus, daß man möglichst heterogene, nicht kontrastierende Veränderungen aufeinander folgen lassen muß, die geeignet sind, sich gegenseitig auszulöschen. Und zwar ist das nicht bloß nötig für die Werte an und über der Schwelle. Man darf nicht etwa glauben, daß man im unterschwelligen Bereich ohne fremde Zwischenversuche aufsteigen dürfe; dadurch könnte man eine vorzeitige Erkennung herbeiführen. Bei Aufsuchen der Resultate aber darf man die aufeinander folgenden Angaben des Protokolls nicht wie die selbständigen Ergebnisse einer physikalischen Versuchskette ganz isoliert in Rechnung ziehen, sondern muß sie auf etwaige sukzessive Beeinflussungen prüfen. Dazu müssen aber sämtliche Versuche protokolliert und dürfen nicht etwa solche, welche nur zur Erhaltung der Unwissentlichkeit eingefügt wurden, weggelassen werden.

Es ist nur eine Summe solcher angleichender Wirkungen über eine größere Zahl von Versuchen, wenn man gelegentlich plötzlich entdeckt, daß man im Beobachter unwillkürlich eine Einschränkung der Aufmerksamkeit hervorgebracht hat. Man muß ja notwendig einige Veränderungen bevorzugen, um zu geschlossenen Resultaten zu kommen. Zeigt man darum z. B. eine kurze Zeit nur Größen- und Lageänderungen und bietet dann eine Helligkeitsänderung, so kann diese den Beobachter geradezu überraschen; er hatte die Helligkeit »ganz vergessen«. Diese Einschränkung, die man so im Beobachter, ihm selbst unbewußt, hervorbringt, ist ja leicht zu erklären aus der relativen Einseitigkeit der abstrahierenden Stauungen, die er erlebt. Sie ist gar nicht so unmittelbar zu beseitigen; oft wird, um die Unwissentlichkeit wieder herzustellen, das bisher Vernachlässigte nun einseitig akzentuiert. So dringend solche Einschränkungen selbstverständlich zu vermeiden sind, indem man stets Veränderungen aller Hinsichten wechseln läßt, auch wenn eine große Zahl solcher Zwischenversuche keine Resultate geben — so interessant sind sie in theoretischer Hinsicht. Denn die Neigung zu solchen Einschränkungen — und die Neigung ist sehr groß — beweist, daß die abstrahierende Beachtung auch ohne besondere willentliche Anstrengung sich einstellen kann. Wenn die Meinung ziemlich populär ist, als sei die Abstraktion eine besonders hohe und anstrengende Leistung, so wird dabei wohl zumeist an die abstrakte Begriffsbildung gedacht.

Der Übergang aus der unwissentlichen in die wissentliche Einstellung geschah durch einfache innere Willenshandlung. Die Beachtung wurde am sinnlich gegebenen Objekt unmittelbar vollzogen; es war weiter nichts im Bewußtsein als der Sinneseindruck in einer etwas gespannten, eigentümlich pointierten Auffassung. Wahrscheinlich, daß zu Beginn dieser Einstellung, wenn noch keine der zu beachtenden Veränderungen gesehen war, die Veränderungen reproduzierend vorausgenommen wurden. Jedenfalls zeigten sich häufiger Erwartungsfehler. War nämlich eine Veränderung im unwissentlichen Verfahren als überschwellig erkannt und wurde sie gleich darauf im wissentlichen Verfahren dargeboten, so konnte gleichwohl die Erkennung ausbleiben. Wenn dies — wie zumeist — auf einem Erwartungsfehler beruhte, so konnte dieser durch Darbietung des Gleichheitsfalles rasch und regelmäßig beseitigt werden.

Bei der wissentlichen Einstellung zeigte es sich auch als möglich, Schwellenbestimmungen in den Hinsichten vorzunehmen, die durch die Einschränkung gerade vernachlässigt wurden. Das Interesse an der beachteten Hinsicht wurde dabei durch häufige Darbietungen von Veränderungen in ihr aufrecht erhalten. Der Beobachter erhielt dieselbe Instruktion wie bei jeder wissentlichen Einstellung, nur mit dem Zusatz, er möge auch Veränderungen in den unbeachteten Dimensionen angeben, falls sich solche aufdrängten. Dieser Zusatz betraf also nicht die Beachtung, sondern nur die Beurteilung der Veränderung; er sollte verhindern, daß die Vp. die Angabe der unbeachteten Veränderung unterließ, in der Meinung, es »käme nicht darauf an«.

Die entwickelte Versuchspraxis zusammengehalten mit den in den methodologischen Betrachtungen entwickelten Absichten bestimmt nun ohne weiteres die Maßmethode, die wir werden zu verwenden haben. Unsere Absicht geht ja dahin, Schwellen, die bei verschiedener Einstellung gewonnen worden sind, miteinander in Verhältnis zu setzen. Dies werden wir mit Erfolg nur tun können mit Schwellen, die bei gleichem Übungsstande und auch im übrigen unter möglichst vergleichbaren Bedingungen, am besten am selben Tage gewonnen sind. Außerdem läßt es die große Labilität eines so komplexen Gebildes wie des Apperzeptionszustandes angezeigt erscheinen, nur Tagesschwellen abzuleiten. Nun müssen wir uns aber erinnern, daß wir im unwissentlichen Verfahren nur einen kleinen Teil der Tagesversuche ein- und derselben Veränderung widmen können. Aus diesen Gründen finden wir uns auf die Methode verwiesen, die aus einer kleinen Zahl von Versuchen bereits Resultate zu liefern imstande ist, auf die Minimalmethode. Für das unwissentliche Verfahren muß diese Methode wegen der unregelmäßigen Variation in Kombination mit der Abzählungsmethode verwendet werden.

Es wurden prinzipiell nur Tagesschwellen abgeleitet. Darum wurde auch darauf verzichtet, aus den Zwischenversuchen verschiedener Tage durch ein Abzählverfahren Resultate zu gewinnen und sie so nutzbar zu machen. Wo es gelang — was immer das Ziel sein mußte — am selben Tage die wissentliche und unwissentliche Schwelle abzuleiten, wurden die Werte in den mitgeteilten Tabellen vertikal untereinander gestellt.

Die Versuche mit dem einfachen Objekt.

Ich komme nun dazu, über die Ergebnisse der Versuche mit dem einfachen Objekte zu berichten. Es wurden ihrer etwa 3000 angestellt. Über die Erscheinungen, welche die Vergleichshandlungen unmittelbar darboten: wie das Objekt bei den mehrmaligen tachistoskopischen Darbietungen aufgefaßt wurde, wie die psychische Stauung sich mit den wachsenden Veränderungen gestaltete, endlich über die Übungserscheinungen — bitte ich bei den Versuchen mit mehrfachen Objekten berichten zu dürfen. Alles das tritt dort reicher in die Erscheinung, und ich müßte mich sonst dort nur wiederholen. Hier nur soviel, daß der Übungseinfluß ein recht bedeutender war. Denn die Schwierigkeit der tachistoskopischen Beobachtung sowohl wie die immer wiederholte Darbietung desselben Objektes geben einer beträchtlichen Übung Raum. Ich teile darum die frühen Werte mit (natürlich mit Ausnahme der der Vorversuche), auch wenn sie zu Vergleichungen nicht verwertbar sind. (Zum folgenden die Tab. I—III am Schluß der Abhandlung.)

I.

Es wurde mit den Versuchen bei einseitiger Beachtung einer einzelnen Dimension begonnen, weil dadurch am schnellsten eine Einübung erreichbar schien.

1. Die Größenbeachtung. War den Vp. aufgegeben, die Objekte auf ihre Größe hin zu beachten, so ergaben sich für die Größenveränderungen folgende Schwellen:

a) Für die Vergrößerung ergab sich eine Unterschiedsschwelle von 0,3 mm. Diese Schwelle war sofort konstant und unterlag kaum einem Übungseinfluß. Es ergab sich wohl einmal in einer ersten Versuchsreihe eine vorläufige Schwelle von 0,8 mm (L.), diese sank aber noch in derselben Stunde auf 0,3 mm. Gelegentlich gelang es wohl bei sehr gespannter Aufmerksamkeit und scharfen Augen den absteigenden Wert auf 0,2 mm zu erniedrigen, so daß ein Mittelwert von 0,25 mm anzusetzen war; doch war diese Erniedrigung kein dauernder Erwerb.

b) Die Verkleinerungsschwelle zeigte nicht dieselbe Konstanz. Ihr Mittelwert für die verschiedenen Vp. war 0,65 mm. Die Ver-

kleinerungsschwelle war also reichlich doppelt so groß wie die Vergrößerungsschwelle. Dies Resultat ist auffällig, denn es scheint zunächst in Widerspruch mit dem Weberschen Gesetz zu stehen. Wir müssen uns aber erinnern, daß die Resultate, die das Webersche Gesetz bestätigen, unter Ausgleichung der Raum- und Zeitlage gewonnen wurden: mit vollem Recht, denn es kam hierbei auf das Verhältnis von »Reiz« und Empfindung an. Für uns, die wir Aufmerksamkeitsverhältnisse untersuchen, hat gerade das Interesse, was für psychophysische Zwecke als Fehler erscheint. Unsere Methode schreibt uns vor, den einmaligen, eindeutig gerichteten Vergleich zu studieren. Zugleich folgt aus unseren Ergebnissen indirekt für die Psychologie des Vergleichs, daß die Vergleichung simultan und dauernd gegebener Objekte, welche bekanntlich das Webersche Gesetz unmittelbar bestätigt, eine mehrmalige, unter den Objekten hin- und herlaufende ist.

Wenn wir also für den einmaligen in der Zeit gerichteten Vergleich aus den beiden Schwellen Schlüsse ziehen wollen, so scheint daraus zu folgen, daß die Vergrößerungen empfindlicher aufgefaßt werden als die Verkleinerungen. Die Schwellen der beiden verschiedenen Veränderungen so unmittelbar aufeinander zu beziehen, wäre nicht ganz unberechtigt, da sie Veränderungen desselben Merkmals sind, nur in verschiedenem Richtungssinne. Immerhin werden wir jenes Ergebnis mit Zuversicht erst aussprechen können, wenn es sich an den Verhältnissen zwischen wissentlichen und unwissentlichen Schwellen bestätigt. Vorläufig können wir nur erwarten, wie sich die Schwellen im unwissentlichen Verfahren verändern werden. Ist nämlich die relative Größe der Verkleinerungsschwelle ein Zeichen, daß die Verkleinerung trotz konzentrierter Beachtung apperzeptiv weniger betont ist, so wird sich dies im unwissentlichen Verfahren noch deutlicher zeigen und die Schwelle wird voraussichtlich energischer sinken als die Vergrößerungsschwelle.

2. Die Lage des Kreises wurde vor allem in der horizontalen und vertikalen Achse variiert, nur sekundär auch nach den Schrägrichtungen. Während nun die Größenvariationen, wie noch näher auszuführen sein wird, im Gegensatz des An- und Abschwellens stehen, muten uns die Lageveränderungen einigermaßen gleichwertig an; es war also ein ähnlicher Unterschied nicht zu erwarten. Gleich-

wohl ergab sich auch keine völlige Gleichheit. Die Schwellen für die Rechts- und Linksverschiebung zeigten allerdings so gut wie völlige Übereinstimmung; gegen beide waren die Werte für die Abwärtsverschiebung geringer, für die Aufwärtsverschiebung größer.

Für die Horizontalverschiebung bewegte sich die Schwelle um 3 mm herum, senkte sich dann auf 1 1/2 mm und konnte bei besonders günstiger Versuchslage auf 1/2 mm erniedrigt werden. Die Übereinstimmung zwischen den Werten der Rechts- und Linksverschiebung wurde nicht etwa dadurch herbeigeführt, daß abwechselnd mit verschiedenem Auge beobachtet wurde und sich so ein Ausgleich unter den Resultaten einstellte. Vielmehr wurden die Werte auch unter Berücksichtigung der Orientierung der Verschiebung zum Auge als Innen- und Außenverschiebung notiert, doch war hier eine konstante und hinreichend deutliche Verschiedenheit nicht aufzufinden.

Von den Vertikalverschiebungen war für die Abwärtsverschiebung der Schwellenwert fast regelmäßig kleiner als die Tagesschwelle aller anderen Verschiebungen, und nach genügender Einübung konnte der Wert von 1/2 mm ziemlich regelmäßig erhalten werden. Für die Aufwärtsbewegung dagegen blieb die Schwelle um 3 mm; W. hatte Schwierigkeit, den Eindruck der Aufwärtsbewegung überhaupt rein zu erhalten. Er sah zunächst nur eine Ausweitung nach oben, wie wenn eine Kugel aufgeblasen würde. Bei einer Hebung von 5 1/2 mm war diese Ausweitung so deutlich, daß sie als überschwellig angesetzt werden konnte. Erst bei großen Verschiebungen von 7—8 mm stellte sich regelmäßig der Eindruck der reinen Aufwärtsbewegung ohne Gestaltveränderung ein.

Wurde demgegenüber auf die Gleichheitsfälle rekurriert, so zeigte sich, daß geradezu der subjektive Nullpunkt gegen den objektiven nach aufwärts verschoben, bei W., wo der Unterschied am stärksten war, um 2 mm. War dieser Schluß aus den Gleichheitsurteilen berechtigt, so mußte sich die Erscheinung bei den schrägen Verschiebungen wiederfinden. Die Beurteilung der Schräglagen erfolgte durch unmittelbare Reproduktion an einer auf den Tisch gezeichneten Quadranteneinteilung. Ob bei dieser Darbietung von Verschiebungen unter beliebigem Winkel die Schwellen für die achsialen Verschiebungen stiegen, läßt sich schwer sagen, da wegen der gleich zu besprechenden Erscheinung die Aussonderung der richtigen und falschen

Fälle fast nur mit Willkür zu vollziehen gewesen wäre. Es zeigte sich nämlich die ganz durchgängige Neigung, die Richtung der Verschiebung als zu tief aufzufassen. So wurden Verschiebungen in der Horizontale beurteilt als gegen diese um etwa 20° (10°—45°) gesenkt; schräge Verschiebungen erschienen entsprechend geneigt. Diese Senkung war nicht etwa ein Fehler kleiner Veränderungen, der bei hinreichend großen geschwunden wäre. Bei weit überschwelligen Veränderungen verminderte sich nur der Winkel der Verschiebung entsprechend. Eine regelmäßig reine Beurteilung der Verschiebung war auch bei Veränderungen von 1 cm und darüber nicht zu erreichen.

Zur Erklärung dieser Erscheinungen ist es naheliegend, an Augenbewegungen zu denken. Das Instantane der tachistoskopischen Darbietung verleitet ja besonders zu Augenbewegungen, und durch das unvermeidbare Geräusch, das bei Auswechselung des Objektes durch das Fallen des Spiegels verursacht wurde, mögen solche reflektorische Bewegungen noch verstärkt worden sein. Daß dann die Wirkung dieser Augenbewegungen sich nicht als eine gleichmäßige Streuung äußerte, sondern so eigentümlich die vertikale Richtung bevorzugte, erinnert unmittelbar an den bekannten Bewegungsmechanismus des Auges. Immerhin kann ein solcher Erklärungsversuch natürlich nicht bewiesen werden. Sicher ist nur, daß die Erscheinung nicht etwa durch die Rotationsrichtung gegeben war. Denn abgesehen davon, daß bei Akkomodation auf das Objekt keine Vorstellung von der Bewegungsrichtung vorhanden war, blieb die Differenz zwischen der Aufwärts- und Abwärtsverschiebung auch erhalten, wenn man das Tachistoskop entgegengesetzt rotieren ließ (vgl. in der Tab. II die letzte Kolumne der Werte von Kl.).

3. Gegenüber diesen extensiven Veränderungen war die Helligkeitsdimension subjektiv wie objektiv stark benachteiligt, subjektiv in der Schwierigkeit der Beachtung, objektiv in der Verschiedenheit der Werte. Die individuellen Differenzen waren so groß, daß die Mitteilung eines gemeinsamen Mittelwertes nicht angeht. Die Schwellen schwankten zwischen $^1/_{33}$ und $^1/_5$ der Ausgangshelligkeit. Die Beachtung von Helligkeitsunterschieden ist ja entsprechend den Anforderungen des täglichen Lebens so wenig entwickelt, daß im Laufe eines Semesters ein bleibender Zustand der Eingeübtheit kaum er-

reicht werden kann. Außerdem muß man, um die großen Differenzen zwischen unseren Werten zu verstehen, unterscheiden zwischen der zeitweiligen Übung, mit der etwa ein Dilettant ein Musikstück erlernt, und der Übung des Virtuosen.

II.

Doch kommt es uns hier nicht sowohl auf die Mitteilung absoluter Werte an, als auf die Verhältnisse der Werte im wissentlichen und unwissentlichen Verfahren. Zu letzterem wurde übergegangen, sobald die wissentlichen Werte nur einige Konstanz zeigten.

1. Bei den Größenänderungen ergab sich der wissentliche Wert der Vergrößerungsschwelle als völlig gleich mit dem unwissentlichen Wert, nämlich 0,3 mm. Möglich, daß bei einer Messung in noch kleineren Einheiten sich eine geringe Differenz der Werte herausgestellt hätte. Aber jedenfalls betrug diese noch nicht 0,1 mm, und kleinere Werte als Zehntel Millimeter abmessen zu wollen, erschien bei der immerhin gebrochenen Linie der Irisblende unangemessen. Wir wollen darum das Verhältnis der Schwellen als $^1/_1$ ansetzen. Es besagt für die Auffassung der Größenveränderung bei den verschiedenen Einstellungen der Apperzeption, daß der Vergrößerung bei uneingeschränkter Auffassung ebenso starke apperzeptive Geltung zukommt wie bei wissentlicher Beachtung. Es ist dies zugleich die einzige Veränderung, wo eine solche Übereinstimmung zwischen dem wissentlichen und unwissentlichen Werte auftrat.

Für die Verkleinerung dagegen stieg die Schwelle bei unwissentlichem Verfahren unverkennbar, gelegentlich bis zu 1 mm. Das Verhältnis der wissentlichen Schwelle zur unwissentlichen bewegte sich zwischen 0,6 und 0,86; im Mittel betrug es 0,75. Es besagt, daß der Verkleinerung im unwissentlichen Verfahren nur drei Vierteile des Bewußtseinsgrades zukommen, den sie im wissentlichen Verfahren erhalten kann.

Vergleichen wir die beiden Schwellenverhältnisse und die Schlüsse, die wir daraus ziehen, so folgt, daß der Verkleinerung durch subjektive Zuwendung mehr gewonnen werden kann, nämlich $^4/_3$ des unwissentlichen Wertes, daß ihr anderseits an sich selbst eine geringere apperzeptive Geltung zukommt. Damit bestätigt sich der Schluß aus den absoluten Schwellenziffern, den wir oben zu ziehen

zauderten. Wir haben aber hier ausnahmsweise eine gewisse Berechtigung, aus den Schwellenziffern verschiedener Veränderungen bei gleicher Einstellung zu schließen, weil es Veränderungen des gleichen Merkmals von verschiedenem Richtungssinne sind, während Veränderungen verschiedener Hinsichten natürlich absolut unvergleichbar wären. Vollziehen wir aber diesen Schluß — und wir können ihn anstellen an den absoluten Werten aus dem wissentlichen Verfahren sowohl wie aus dem unwissentlichen — so zeigt sich willkommene Übereinstimmung mit dem Schluß aus den Verhältnissen. Denn den größeren absoluten Werten entsprechen die größeren Differenzen und damit die niedrigeren Verhältnisziffern. Umgekehrt ist uns diese Übereinstimmung eine wertvolle Bestätigung des Prinzips von der Reziprozität der subjektiv und der objektiv bedingten Apperzeption, das wir oben (S. 392) nur an der alltäglichen Erfahrung verdeutlichen konnten.

Wenn wir diese Verschiedenheit der beiden Veränderungen erklären wollen, so müssen wir uns gegenwärtig halten, daß wir es mit einer Verschiedenheit des »Apperzeptionsanspruchs«, der objektiv bedingten Apperzeption zu tun haben. Nun wissen wir schon aus der Erfahrung des alltäglichen Lebens, daß sich diejenigen Veränderungen unserer Aufmerksamkeit stärker aufdrängen, die im Sinn der Anschwellung, Intensivierung verlaufen, und zu diesen gehört auch die Vergrößerung. Was also die Größenzunahme leichter bemerkbar macht, ist dasselbe, was Lipps »Intensitätsenergie«[1]) nennt. Dies wird noch deutlicher, wenn man sich vergegenwärtigt, wie die Vergrößerung objektiv geschieht. Sie ist Aufhellung der neu zum Objekt hinzutretenden Teile. Wir haben ja oben ausführlich auseinandergesetzt, daß die extensiven Merkmale sich aufbauen aus Intensitätsunterschieden. Die Vergrößerung ist also tatsächlich ein Helligkeitszuwachs. — Freilich wollen wir schon hier bemerken, daß zwischen Aufhellung und Verdunkelung kein derartig auffallender Unterschied besteht wie zwischen Vergrößerung und Verkleinerung. Aber wir behaupten ja auch nicht, daß die Vergrößerung eine Aufhellung des Objektes oder daß gar das Größenbewußtsein ein Helligkeitsbewußtsein sei. Es kommt nicht nur an auf die Zunahme

---

[1]) Leitfaden S. 31.

der wirksamen Lichtenergie im ganzen. Wesentlich ist: die Aufhellung, welche die Größenveränderung ausmacht, ist Aufhellung neuer Teile, und zwar gerade der Teile, die vorher die Grenzlinie als unmittelbare Umgebung kontrastierend heraushoben; diese Teile treten jetzt zum Objekt hinzu und machen es im ganzen eindrucksvoller. So gefaßt, kommt der extensive Charakter der Vergrößerung voll zu seinem Rechte; die Vergrößerung erscheint hervorgebracht durch Intensitätssteigerungen, die extensiv hinzutreten zu intensiv bevorzugten Teilen. Auf diesem Zusammenwirken von Intensitätszunahme und extensiver Veränderung scheint mir das Eindrucksvolle der Vergrößerung zu beruhen.

Aber für uns waren ja schließlich die Veränderungen nur Mittel zum Zweck, um daraus für die Struktur der Merkmale zu lernen. Da zeigt sich nun deutlich, und wir haben es eben erst erwähnt, daß der Kreis nicht aufgefaßt wird als geometrische Linie, sondern als Material angefüllt mit Helligkeit im Gegensatz zur dunkleren Umgebung. Aber vielleicht können wir noch weiter schließen auf die verschiedene Art, wie Kreis und Umgebung mit Aufmerksamkeit belegt sind. Die Umgebung wird anscheinend aufgefaßt von der Kreislinie aus mit nach außen zu abfallendem Bewußtseinsgrad; unmittelbar an der hellen Grenze liegt, um im Bilde des Reliefs zu bleiben, ein kraterartiger Ring von Bewußtheit, wie die Empfindlichkeit gegen das geringste Vordringen beweist. Dagegen scheint die Benachteiligung der Verkleinerung zu beweisen, daß die Aufmerksamkeit auf dem Kreis nicht so dicht an der Grenze angesammelt ist; sie scheint vielmehr über die ganze Scheibe auszustrahlen. — Doch sollen dies natürlich nur Andeutungen sein; man müßte viel speziellere Variationen verwenden, um hierüber etwas Bestimmteres zu sagen.

2. Für die Lageveränderungen stiegen die Schwellen im unwissentlichen Verfahren regelmäßig und deutlich. Für das Verhältnis der wissentlichen Schwelle zur unwissentlichen ergaben sich als Mittelwerte bei Kl. 0,62, bei W. 0,68, bei L. 0,71. Die Unterschiede unter den vier Richtungen traten auch hier wieder auf, insbesondere war die Auffassung der Aufwärtsverschiebung benachteiligt. W. sah auch hier zunächst eine elliptische Ausweitung nach oben, und erst bei ziemlich großen Verrückungen stellte sich der Eindruck reiner Auf-

wärtsbewegung unter Erhaltung der Kreisgestalt ein. Ich habe die Schwellen für den Eindruck der Ausweitung in Klammern beigefügt; dieser Eindruck herrscht dann noch bei den nächst größeren Veränderungen, bis die Schwellen für die reine Aufwärtsbewegung erreicht werden. Natürlich waren nur die letzteren Werte in Rechnung zu ziehen, weil sie allein den Anforderungen einer deutlichen Veränderung genügten. Um diese Werte mit den wissentlichen in ein brauchbares Verhältnis zu setzen, war noch erforderlich, die Werte für die Auf- und die Abwärtsverschiebung auf den Schätzungswert des Reizes, den subjektiven Nullpunkt (bei W. 2 mm) zu reduzieren. Allerdings ist solche Reduktion bei unseren rein psychologischen Untersuchungen nicht so unbedenklich wie bei den psychophysischen, wo die Schätzungsdifferenz durch ihr Verhältnis zum objektiven Reiz selbständige Bedeutung hat. — Erst gegen Schluß der Versuche zeigte sich, daß der besprochene Fehler größtenteils vermieden werden konnte durch eine bewußte Fixation des Auges — also durch einen Vorsatz, der in der Aufmerksamkeitseinstellung zunächst nicht enthalten ist. Kl. hatte diesen Vorsatz stillschweigend während der Versuche durchgeführt, weshalb eine entsprechende Reduktion unterlassen wurde.

Diese bewußte Fixation ist in doppelter Weise interessant. Nicht nur, daß sie das Bestreben zeigt, alle Veränderungen relativ aufzufassen — findet man im Objekt keine Anhaltspunkte zu solchen Relationen, so sucht man sie im beobachtenden Subjekt herzustellen. Vor allem zeigt sie, wie durch die bewußte Beachtung eines Merkmals geradezu die Empfindungsgrundlage des Subjekts verändert werden kann. Die Veränderung des Empfindungszustandes durch assoziative Miterregung z. B. des Trommelfellspanners, ist ja bekannt. Aber in diesen Fällen kommt die betreffende Spannung der ganzen Sinnesempfindung mit allen ihren Merkmalen zugute. Spanne ich dagegen die Bewegungsmuskeln des Auges, und zwar nicht zur Fixation eines bestimmten Objektes, sondern so, daß ich das Auge selbständig gegenüber dem beobachteten Objekt absolut festhalte, so erreiche ich damit eine schärfere Auffassung nur von Veränderungen der absoluten Lage. Zugleich erlebe ich durch diese Fixation das Merkmal der absoluten Lage viel intensiver, weil durch diese Empfindungsgrundlage gestützt.

Wenn wir aus den Schwellenverhältnissen auf die Auffassung der Lage im einfachen Objekt schließen wollen, so zeigt sich, daß diesem Merkmal durch einseitige Beachtung ein ziemliches Teil gewonnen werden kann und daß ihm darum bei uneingeschränkter Auffassung nur verhältnismäßig geringe Beachtung ($^2/_3$ der wissentlichen) zukommt. Wir müssen dabei bedenken, daß doch die Beobachter durch das wissentliche Verfahren auf die Auffassung der absoluten Lage besonders eingeschult waren und sich auch im unwissentlichen einer Lageänderung stets gewärtig halten mußten. Im alltäglichen Leben dürften wir der absoluten Orientierung der Objekte noch viel hilfloser gegenüberstehen.

3. Bei den Helligkeitsveränderungen endlich zeigten die Schwellenverhältnisse ebenso starke individuelle Differenzen wie oben die absoluten wissentlichen Werte. Am energischsten sank die Schwelle bei W., bis auf drei Hundertteile der Ausgangshelligkeit. Als Mittelwert für das Verhältnis ergab sich 0,43. Die Niedrigkeit dieses Verhältnisses beweist, daß die Feinheit des absoluten Wertes durch eine starke subjektive Zuwendung der Apperzeption auf die Helligkeitsqualität erreicht wurde, die eben in diesem Falle durch lange Übung außerordentlich gesteigert war. Bei Kl. betrug das Verhältnis im Mittel 0,66. Bei L. war bei den wenigen Versuchen, die ich mit ihm zu machen Gelegenheit hatte, überhaupt kein Sinken bemerkbar. Leider konnte mir dieser Beobachter nicht die Zeit zur Verfügung stellen, daß ich hätte versuchen können, ob sich durch Übung der wissentliche Wert vom unwissentlichen entfernte. Übrigens sei bemerkt, daß der Beobachter sich keineswegs ganz im Anfangsstadium der Übung befand; vielmehr brachte gerade er von stroboskopischen Versuchen eine Übung zu derartigen Beobachtungen mit. — Daß ich aber diese alleinstehenden Werte überhaupt notiere, geschieht vornehmlich aus folgendem Interesse: Wir finden hier gerade wie bei der Vergrößerung das Verhältnis $^1/_1$. Nun hatten wir schon in den methodischen Vorbetrachtungen auseinandergesetzt, daß das Schwellenverhältnis lediglich ein Verhältnis zwischen Zuwendung und Eindrucksfähigkeit darstellt, daß wir aber diese beiden Größen daraus nicht isolieren können. So besagt das Verhältnis $^1/_1$ lediglich, daß die objektiv bedingte Auffassung ebenso stark ist wie die bei hinzukommender Beachtung; es sagt aber nichts darüber, ob diese

Übereinstimmung auf einer besonderen Intensität der Eindrucksfähigkeit oder auf einer besonderen Schwäche und Unfähigkeit der subjektiven Zuwendung beruht. Wenn wir zu einem solchen Urteil über die einzelnen Verhältnisgrößen gelangen wollen, so müssen wir versuchen, noch von anderwärts Bestimmungsstücke heranzubringen. Dafür ist nun unser Fall lehrreich. Wenn wir den wissentlichen Schwellenwert von L. mit denen anderer Beobachter vergleichen ($^{20}/_{100}$ gegen $^{3}/_{100}$), wenn wir ferner den Schwellenwert zur Intensität des Normalreizes in Beziehung setzen ($^{1}/_{5}$ der Ausgangshelligkeit), und wenn wir endlich an die Unterschiedsschwelle bei dauernder, simultaner Vergleichung denken ($^{1}/_{100}$): so werden wir nicht zweifeln, daß die Übereinstimmung des wissentlichen und unwissentlichen Wertes darauf beruht, daß der wissentliche Wert nicht zurückgeht, daß also die erstrebte Beachtung nicht erreicht wird. Dagegen erscheint die Vergrößerungsschwelle, auf den Normalreiz bezogen, so fein, daß man kaum eine größere Leistung erwarten könnte; und wenn hier die beiden Werte übereinstimmen, so werden wir das dem schuld geben, daß der unwissentliche Wert nicht steigt, daß also die Veränderung im unwissentlichen Verfahren ihre Eindrucksfähigkeit behält.

Wir sehen also, daß wir hier aus dem Verhältnis $^{1}/_{1}$ nicht denselben Schluß ziehen dürfen, den wir oben bei den Vergrößerungen anstellten. Von diesen einmaligen Werten bei L. abgesehen, beweisen die Verhältnisziffern bei den anderen beiden Vp. und namentlich die großen individuellen Differenzen, daß der Auffassung der Helligkeit durch wissentliche Beachtung und vor allem durch jahrelange Übung viel gewonnen werden kann, und dies beweist wiederum, daß dem Helligkeitsgrad bei der uneingeschränkten Auffassung des Objektes nur verhältnismäßig geringe apperzeptive Geltung zukommt. Das steht nicht damit in Widerspruch, daß, wie wir wiederholt auseinandersetzten, das ganze Objekt sozusagen aus Helligkeit aufgebaut ist. Denn daß der Eindruck des Kreises zustande kommt, dazu bedarf es nur der Auffassung der Helligkeit überhaupt und der weit überschwelligen Differenz gegen den Hintergrund, nicht aber der Auffassung des speziellen Helligkeitsgrades, welche durch die Schwellen für die Helligkeitsveränderungen gemessen wird.

Halten wir nun die bei den verschiedenen Merkmalen gewonnenen Verhältnisse aneinander, um daraus zu schließen, welcher Bewußtseinsgrad ihnen zumal bei dimensional uneingeschränkter Apperzeption zukommt, so finden wir: Wenn wir eine Vorstellung »im ganzen« auffassen, ohne ein Merkmal besonders zu beachten, so verteilt sich gleichwohl die Apperzeption nicht auf die Merkmale der verschiedenen Hinsichten gleichmäßig, sondern nach eigenartigen Gesetzen, die durch die Struktur des speziellen Inhaltes und die Einübung bestimmt sind. Dabei sind die relativen Merkmale, die durch die Gliederung des Objektes selbst gegeben sind, bevorzugt vor den absoluten, und die in einer extensiven Mannigfaltigkeit gegebenen Merkmale bevorzugt vor denen, die in einem intensiven Kontinuum durch einen bloßen Grad bestimmt sind. Letzteres Ergebnis stimmt überein mit der Verlängerung der Reaktionszeiten bei Unterscheidung von Intensitätsgraden[1]).

III.

Nachdem so ein ungefähres Bild von dem Anteil der Merkmale bei uneingeschränkter Auffassung und von ihrer Besonderung bei geflissentlicher Beachtung gewonnen war, schenkte mir Herr Professor W. noch einige Versuchsstunden, um die Vernachlässigung der unbeachteten Merkmale zu untersuchen. Wir haben ja schon gesehen, daß man berechtigt ist, auch die Werte für die bei wissenti cher Einstellung vernachlässigten Merkmale mit den bei vollständiger Unwissentlichkeit gewonnenen in Beziehung zu bringen, haben auch gesehen, wie die Ableitung solcher Werte versuchstechnisch möglich ist. Ich teile die Werte in der Tab. IV mit. Sie zeigen, wie die Schwellen der beachteten Dimension dabei ziemlich (wenn auch nicht durchaus) in der Kleinheit erhalten blieben, die sie eingenommen hatten, wenn nur Veränderungen der beachteten Hinsicht dargeboten wurden. Die Schwellen der unbeachteten Hinsichten dagegen erhoben sich deutlich über den wissentlichen Wert. Am deutlichsten zeigte sich bei den wiederum verwendeten drei Einstellungen auf Größe, Lage und Helligkeit die Vernachlässigung der Helligkeit, wo sie unbeachtet war. Daneben wurde versucht, die

[1]) Vgl. Wundt, Phys. Psych. III [5], p. 456.

Aufmerksamkeit auf eine einzige Richtung in der Raumdimension, speziell auf Rechtsverschiebungen zu konzentrieren. Hier erhoben sich aber die Schwellen der unbeachteten Raumrichtungen nicht über den wissentlichen Wert; es zeigte sich nur eine Bevorzugung der horizontalen Verschiebung überhaupt. Die einzelne Richtung im räumlichen Kontinuum ist also den anderen Richtungen gegenüber viel unselbständiger als den anderen Hinsichten gegenüber. — Auf jeden Fall ist hervorzuheben: die Schwellen der unbeachteten Hinsichten stiegen nicht oder kaum über die unwissentlichen Werte. Wo wir aber auch ein solches Steigen wahrnehmen als Ausdruck einer Vernachlässigung, können wir damit doch ziemlich wenig anfangen. Die Zahlen würden offenbar beredter werden, wenn wir sie in Beziehung setzen könnten mit der Einschränkung auf ein räumliches Gebiet und der daraus folgenden Vernachlässigung. Darum wurde eine eingehendere Untersuchung verschoben auf die Versuche mit mehreren Objekten, wo sowohl die Beschränkung nach Hinsichten wie nach der Zahl der Objekte möglich ist. Immerhin lassen die wenigen hier angestellten Versuche bereits erkennen, daß die Abstraktion wesentlich eine positive Zuwendung ist. Das »Absehen« ist nur ein geringes; die vernachlässigten Hinsichten sind fast ebensogut mitbeachtet wie im unwissentlichen Verfahren. Dies beweist, daß das Zusammensein der verschiedenen Hinsichten in einer Vorstellung nur unvollkommen apperzeptiv zerlegbar ist, und daß die unbeachteten Hinsichten stets in gewissem Grade im Bewußtsein vorhanden und am Aufbau der Vorstellung beteiligt sind.

IV.

Dies führt uns sofort auf die gegenseitigen Beziehungen zwischen den Merkmalen der verschiedenen Hinsichten. Wir haben ja diese Merkmale bisher etwas »atomistisch« behandelt. Denn uns war daran gelegen, nicht nur ihre Verselbständigung in der Abstraktion zu studieren, sondern auch ihre selbständige Gradbestimmtheit in der abstraktionslos apperzipierten Vorstellung, wo sie anscheinend ungetrennt beieinander liegen, zu erweisen. Jetzt hat uns die geringe Möglichkeit der Vernachlässigung die Grenzen dieser Selbständigkeit angedeutet: und da werden wir uns fragen, ob wir noch andere

Zeichen für einen engeren Zusammenhang auffinden. Dazu erinnern wir uns, wie ein solcher Zusammenhang bei Versuchen nach der Vergleichsmethode wirksam werden kann. In dem Maße, sahen wir, als ein Merkmal den Bewußtseinsgrad einer anderen unterstützt, kann es an dem Heraustreten mitbeteiligt sein und darum der Beurteilung der Verändertheit mit unterliegen.

Es geschieht nun tatsächlich bei den berichteten Versuchen sehr häufig, daß objektiv konstant erhaltene Merkmale assimilativ als verändert erscheinen. Solche Assimilationen werden in der Regel als Mehrbestimmungen neben der erkannten objektiven Veränderung angegeben; sie können aber auch als einzige Aufgabe auftreten. Sie sind zumeist mit einer gewissen Unsicherheit verbunden, können aber auch den größten Sicherheitsgrad erreichen. Sie werden am häufigsten von unterschwelligen Veränderungen hervorgerufen, weil hier das veränderte Element die stützenden Merkmale weniger weit hinter sich läßt; doch werden sie auch durch weit überschwellige Veränderungen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen. Ihr breitestes Vorkommen ist im unwissentlichen Verfahren; bei wissentlicher Einschränkung sind sie, wenn die gegebene Veränderung der beachteten entspricht, weit seltener, werden aber auch hier von sorgfältigen Vp. des öfteren angegeben.

Es fragt sich nun, ob die Beziehungen zwischen den Hinsichten, die in den Assimilationen zum Ausdruck kommen, allerseits gleich eng sind, oder ob besondere Verwandtschaftsbeziehungen bestehen. Hier zeigte sich eine außerordentliche Bevorzugung der Assimilationenketten: heller — größer — höher und dunkler — kleiner — tiefer.

Ein aufgehellter Kreis wurde sehr häufig gleichzeitig, oft auch ausschließlich als vergrößert bezeichnet. Häufig wurde auch eine Vergrößerung als gleichzeitige Aufhellung beurteilt, aber nur selten trat der Eindruck der Vergrößerung gegen den der Aufhellung vollständig zurück. Die Aufwärtsbewegung endlich wurde mit außerordentlicher Vorliebe als Vergrößerung bezeichnet und nur als Vergrößerung, so z. B.

Kreis 4 mm aufwärts verschoben. Urteil: größer (absolute Sicherheit). (W.)

Die Helligkeitsassimilation trat bei objektiver Aufwärtsbewegung gelegentlich zu der Größenassimilation hinzu:

Kreis 3 mm aufwärts verschoben. Urteil: größer, heller (Kl.); niemals unmittelbar an die Erkennung der Aufwärtsbewegung heran.

Die Umkehrung, daß ein aufgehellter oder vergrößerter Kreis als gehobener beurteilt worden wäre, kam nicht vor.

Die Assimilationenkette dunkler — kleiner — tiefer bildet hierzu das Gegenstück; nur daß »tiefer« öfter genannt wurde als vorhin »höher«. Ich begnüge mich mit ein paar Beispielen für die vorerwähnten Arten:

Durchmesser um 0,9 mm verkleinert. Urteil: kleiner, dunkler, nach unten und wenig nach rechts verschoben. (Kl.) —
Durchmesser um 0,8 mm verkleinert. Urteil: dunkler, tiefer. (W.)
Helligkeit $^{12}/_{100}$ dunkler. Urteil: dunkler, kleiner. (Kl.) —
Helligkeit $^{6}/_{100}$ verdunkelt. Urteil: kleiner, dunkler. (Reihenfolge!) (W.) —
Dieselbe Veränderung. Urteil: dunkler, tiefer. (W.) —

Die bei einer noch unterschwelligen Veränderung gewonnene Assimilation bleibt bei einer darauf folgenden überschwelligen erhalten:

Kreis $1\,^1/_2$ mm gesenkt: Urteil: tiefer und kleiner.
» 3 mm » : Urteil: tiefer und viel kleiner. (W.)

Die Assimilation war durch die Aufgabe der Lagebeachtung besonders nahe gelegt bei folgender Versuchsreihe:

Verkleinerung	um	0,2 mm.	Urteil:	gleich	
»	»	0,4 mm.	»	tiefer	
»	»	0,5 mm.	»	tiefer	(Kl.)
»	»	0,6 mm.	»	tiefer	
»	»	0,8 mm.	»	tiefer.	

Ähnlich wie in vorstehendem Beispiele konnten auch die im unwissentlichen Verfahren auftauchenden Assimilationen durch hinzutretende Aufmerksamkeitskonzentration verstärkt oder beseitigt werden, z. B.:

Kreis $2\,^1/_2$ mm gehoben. Unwissentliches Urteil: höher, größer.
» » » Auftrag, die Größe zu beachten. Urteil: größer.
» » » Auftrag, die Lage zu beachten. Urteil: höher. (Kl.)

Wenn man über die Ursachen dieser Assimilationen und der in ihnen ausgedrückten Verwandtschaftsbeziehungen reflektieren will, so muß man zunächst für die Verbindung zwischen Größe und Helligkeit bedenken, daß die Veränderung der Ausdehnung des hellen Objekts stets auch die Gesamthelligkeit verändert. Für die Beziehung zwischen der Ausdehnung der Gesamthelligkeit und dem Helligkeitsgrad der einzelnen Stelle in dieser Gesamthelligkeit haben sich periphere Bedingungen nachweisen lassen. Immerhin gelangen die daran angeschlossenen Versuche, die Intensitätsänderung durch Veränderung der Ausdehnung zu kompensieren, nur für verhältnismäßig kleine Winkel. Darum möchten wir für unser großes Objekt diese Erklärung zu ergänzen suchen. Dazu bemerken wir, daß die Größen- und Helligkeitsveränderungen von gleichem Richtungssinne assimilieren; es ruft also die Veränderung einer Hinsicht die Veränderung in einer anderen Hinsicht vom gleichen Richtungssinn angleichend hervor. Diese angleichende Wirkung geschieht vielleicht durch Vermittlung des begleitenden Gefühls. Wenigstens sind Beweis dafür Urteile wie »eindrucksvoller«, »minderwertiger«, die nicht nur selbst eine gewisse Gefühlswertung enthalten, sondern auch in der Regel mit Gefühlsbetonung ausgesprochen werden.

Für die Assimilationen der Aufwärts- und Abwärtsverschiebung mag es dann dahingestellt bleiben, ob sie etwa durch begleitende Bewegungsempfindungen einen gleichen Intensitätsgegensatz des an- und abschwellenden Richtungssinnes darstellen, der dann ebenfalls vermittels der Gefühlswirkung den beiden anderen Gegensätzen angeglichen wird. Vielleicht kann man auch zur Erklärung auf den natürlichen Horizont rekurrieren, demgegenüber eine Erhöhung als Entfernung in der Tiefe, eine Senkung als Annäherung sich darstellen und demgemäß bei gleichem Gesichtswinkel eine Vergrößerung bzw. Verkleinerung erscheinen lassen. Daß bei der Beobachtung keine Tiefenveränderung zum Bewußtsein kommt, wäre dagegen kein Einwand, da ja die Orientierung des Objektes in der Tiefe stets vernachlässigt wird.

V.

Die Beziehungen unter den verschiedenen Veränderungen, welche in den Assimilationen zum Ausdruck kommen, eigens zu untersuchen

geben Versuche mit mehrfachen Variationen ein Mittel. Es ist zu erwarten, daß Variationen, die in assimilativer Verwandtschaft stehen, bei gleichzeitiger Darbietung sich in der Erkennung begünstigen. Man vergleiche darauthin folgende Beispiele (die folgenden Versuche sämtlich bei Helligkeitsbeachtung):

$^{3}/_{100}$ dunkler, 0,5 mm kleiner. — Urteil: ganz sicher dunkler, kleiner.
$^{2}/_{100}$ heller, 0,3 mm größer. — Urteil: ganz sicher größer, ganz sicher heller. (W.)
$^{2}/_{100}$ dunkler, 0,5 mm tiefer. — Urteil: dunkler, tiefer. (Kl.)

Diese Urteile beweisen zunächst gar nichts, denn man kann ja nicht entscheiden, ob die richtige Angabe zweier sehr feiner Veränderungen tatsächlich auf Erkennung oder aber teilweise auf zufällig richtiger Assimilation beruht. Man muß aber bedenken, daß die mitgeteilten Beispiele von der Regel abweichen. Der regelmäßige Fall bei gleichzeitiger Darbietung mehrerer nicht allzu überschwelligen Variationen ist der, daß die zuerst erkannte Variation nach dem Gesetz der psychischen Stauung die gesamte Aufmerksamkeit an sich reißt zu ungunsten der anderen Variation, z. B.

$^{5}/_{100}$ dunkler, 0,3 mm größer. — U.: ganz sicher dunkler, Größe gleich.
$^{6}/_{100}$ dunkler, 0,3 mm größer. — U.: größer, Helligkeit gleich. (W.)
$^{7}/_{100}$ heller, 0,5 mm kleiner. — U.: kleiner, dunkler.
Dieselbe Darbietung. — U.: heller, größer.
Dieselbe Darbietung. — U.: kleiner, dunkler. (Kl.)

Welche von den konkurrierenden Veränderungen den Vorrang erhielt, war vornehmlich von den Wirkungen der unmittelbar vorausgegangenen Versuche (Summations- und Kontrastwirkungen) abhängig. Jedenfalls war nicht ohne weiteres die größere Veränderung bevorzugt. Darum wäre auch die Feststellung von Schwellen hier schwierig und gar für unsere Frage zwecklos gewesen. Bei genügender Vergrößerung der einen Variation gegen die andere hätte sich vielleicht ein Punkt der sicheren Überlegenheit dieser Variation gewinnen lassen. Derartige Schwellen wären aber keine Maßstäbe für die Konkurrenz der Merkmale, sondern für die Konkurrenz der

Stauungen ihrer Veränderungen, und darum mit den vorher mitgeteilten Werten unvergleichbar. Darum wurden diese Versuche nicht weiter verfolgt.

VI.

Das wesentliche Ergebnis der Versuche am einfachen Objekt ist, daß der Beachtungseffekt bei den einzelnen Merkmalen verschieden groß ist. Da die Beachtung selbst ihrer Art nach dieselbe ist, so ist diese Verschiedenheit nur dadurch zu erklären, daß den einzelnen Merkmalen schon bei beachtungsfreier Auffassung verschiedene »Auffälligkeit«, Eindrucksfähigkeit zukommt. Damit ist erwiesen, daß die Merkmale nicht die begrifflichen Attribute einer »einfachen« Vorstellung sind, sondern daß sie auch bei beachtungsfreier Auffassung psychische Selbständigkeit haben. Diese Selbständigkeit darf man aber nicht etwa im realistischen Sinne mißverstehen, als meinten wir, diese Merkmale wären einfachste psychische Elemente, und die einfachen Empfindungen das Produkt ihrer realen Vereinigung (wie bei Stumpf der Verschmelzung). Die Merkmale in dieser Weise absolut zu vervollständigen, verbietet schon die Unselbständigkeit der Kontinuen (oben S. 382). Überhaupt untersuchen wir die Selbständigkeit der Merkmalsgrade bei unpointierter Auffassung nicht aus Gründen der Realitätsfrage, sondern um sie dem Gradgewinn bei der Beachtung gegenüberzustellen und daraus die Leistung der abstrahierenden Apperzeption zu erkennen. — Auf die Größe der Gradverschiedenheit kommt es hier nicht an; die war ja doch bei unseren Versuchen abhängig von dem willkürlich gewählten Normalobjekt. Darum wäre es auch zwecklos, die Versuche zu häufen zur Erlangung sorgfältiger Mittelwerte. Denn diese Zahlen sind ja keine psychischen Konstanten wie etwa die Unterschiedsschwellen, sondern haben lediglich exemplifikatorischen Wert. Man könnte nun weiter gehen und in verschiedenen Versuchsreihen die Verhältnisse der Merkmalsgrade im Normalobjekt variieren. Dann erhielte man Aufschluß z. B. über die Abhängigkeit der Eindrucksfähigkeit der Helligkeit vom Helligkeitsgrade bei konstanter Größe und konstantem Hintergrund — sehr reizvolle Probleme (deren Lösung vielleicht auch Aufschluß über die Abhängigkeit der Gefühlswirkung von der Reizintensität gäbe), welche im unmittelbaren Fort-

gang unserer Untersuchung liegen. Doch werden wir unser Problem nach andrer Richtung weiterführen.

Auch die an unserem konstant gehaltenen Objekt gewonnenen Zahlen liefern schon manches Ergebnis, das über die Zufälligkeit des Normalobjektes hinaus gültig sein dürfte. Da ist zunächst die große Distanz in der Auffassung absoluter und relativer Merkmale. Wir haben gesehen, wie man sich bemüht, zur Auffassung der Lage irgend welche Relationen herzustellen. Aber wie, wenn die Auffassung relativer Merkmale erleichtert ist, hätte dann Hume nicht doch recht? Wenn die Lage als Orientierung zum Objekt, die Helligkeit als Verhältnis zum Hintergrund aufgefaßt wird, bestehen dann die Merkmale nicht überhaupt bloß in diesen Beziehungen zu dritten Gegenständen? Das wäre ein grobes Mißverständnis. Denn dies sind bei näherem Zusehen nicht die Relationen, mit deren Hilfe Hume das Abstraktionsphänomen erklären will, sondern sie entsprechen dem allgemeinen psychischen Prinzip der beziehenden Relationen; sie eignen nicht den Abstraktionsvorgängen im besonderen, sondern dem psychischen Leben überhaupt.

Unter den relativen Eigenschaften hatten wir einen Unterschied zwischen den intensiven und extensiven Merkmalen aufgefunden. Leider konnten wir die Empfindungsqualitäten nur in der Helligkeit untersuchen und wissen darum nicht, ob die Benachteiligung den Empfindungsqualitäten überhaupt gegenüber ihren Verschmelzungsprodukten zukommt. Aber gerade die Schwierigkeit der Reizmessung, weswegen wir die Untersuchung von Farbe und Sättigung unterließen, ist ja nichts anderes als die Schwierigkeit der Abstufung in der psychischen Schätzung. So erhalten wir eine ungefähre Bestätigung dafür, daß die Merkmale der konstituierenden Empfindungen benachteiligt sind gegenüber den extensiven Vorstellungsmerkmalen. Diese Verschiedenheit ist rätselhaft, wenn man intensive wie extensive Bestimmungen nach Art der formalen Logik als Merkmale koordiniert; sie wird sofort begreiflich, wenn man die verschiedene psychische Stellung in Betracht zieht, daß nämlich die extensiven Merkmale Verschmelzungsprodukte sind.

Doch ist die Sache nicht so einfach. Wesentlich kommt hinzu, um die Überlegenheit der extensiven Merkmale zu begründen, daß wir mit einer einfach zusammenhängenden Fläche, mit einer ein-

fachen Kreislinie als Begrenzung, also mit den einfachsten Einheitsbildungen arbeiteten. Eine Änderung dieser Verhältnisse steht zu erwarten, wenn wir zu komplizierteren und loseren Einheiten vorschreiten, die sich in einfachere Bestandstücke gliedern. Die Untersuchung solcher Komplexe aus »selbständigen« Teilen wird uns dann erst die Eigenart des Merkmalskomplexes der einfachen Vorstellung recht erkennen lassen.

Höhere Einheiten.

Die Komplexe, Gesamtvorstellungen, höheren Einheiten, Gegenstände höherer Ordnung pflegt man vulgär so von dem Merkmalskomplex der einfachen Vorstellung zu unterscheiden, daß ihre konstituierenden Teilgegenstände realiter abtrennbar sind, während den unselbständigen, »idealen« Teilen der einfachen Vorstellung keine selbständigen Objekte der Außenwelt entsprechen. Wir wollen diese Unterscheidung zur ersten Verständigung beibehalten, trotz ihres außenweltlichen Kriteriums; zumal da der Realteilung nicht sogleich die apperzeptive Zerlegung substituiert werden kann. Denn wollte man, um ein rein psychologisches Kriterium zu geben, die Komplexe definieren als Ganze, welche »ohne weiteres«, »von selbst« in niedere Einheiten zerfallen: so müßten wir dagegen erinnern, daß auch die abstrakten Teilinhalte, und zwar mit verschiedener Leichtigkeit, verselbständigt werden können, und daß anderseits die »realen« Teile aus einem höheren Ganzen niemals ohne ihre nächste Umgebung psychisch abgetrennt werden können. Besser als durch ihre Zerlegung können wir die beiden Arten Komplexe vielleicht durch ihre Zusammensetzbarkeit unterscheiden. Zu einem Gesamtgegenstand können nämlich immer neue Elemente hinzugefügt werden — in welcher Tatsache der Begriff des Unendlichen seinen psychologischen Ursprung hat. Dagegen kommen die unselbständigen Teilinhalte immer nur in den Komplexionen vor, die durch die verschiedenen Sinnesgebiete gegeben sind, und der Komplex der einfachen Vorstellung bildet ein gewisses abgeschlossenes, weiterer Zufügung unzugängliches Ganze. Den Unterschied in seinem ganzen Wesen werden wir aber erst erkennen, wenn wir den Aufbau der höheren Einheiten näher analysieren.

Die Auffassung eines Gesamtgegenstandes denkt sich nun die vulgäre Psychologie in grob realistischer Weise rein summierend. Als ein klassisches Zeugnis hierfür sei eine Stelle aus Lessing angeführt: »Wie gelangen wir zu der deutlichen Vorstellung eines Dinges im Raume? Erst betrachten wir die Teile desselben einzeln, hierauf die Verbindung dieser Teile, und endlich das Ganze. Unsere Sinne verrichten diese verschiedenen Operationen mit einer so erstaunlichen Schnelligkeit, daß sie uns nur eine einzige zu sein bedünken, und diese Schnelligkeit ist unumgänglich notwendig, wenn wir einen Begriff von dem Ganzen, welcher nichts mehr als das Resultat von den Begriffen der Teile und ihrer Verbindungen ist, bekommen sollen«[1]. Ganz ähnlich äußert sich Kant. »Wir können uns doch mittelbar bewußt sein, eine Vorstellung zu haben, ob wir gleich unmittelbar uns ihrer nicht bewußt sind. Dergleichen Vorstellungen heißen dann dunklere. — Wenn ich weit von mir auf einer Wiese einen Menschen zu sehen mir bewußt bin, so schließe ich eigentlich nur, daß dies Ding ein Mensch sei; denn wollte ich darum, weil ich mir nicht bewußt bin, diese Teile des Kopfes (und so auch die übrigen Teile dieses Menschen) wahrzunehmen, die Vorstellung derselben in meiner Anschauung gar nicht zu haben behaupten, so würde ich auch nicht sagen können, daß ich einen Menschen sehe; denn aus diesen Teilvorstellungen ist das Ganze (des Kopfes oder des Menschen) zusammengesetzt«[2]. Man sieht hier deutlich, welche Schwierigkeiten sich der vulgären Psychologie erheben. Die alltägliche Erfahrung lehrt, daß das Ganze aufgefaßt werden kann, ohne daß die konstituierenden Elemente deutlich gegeben sind; nun wird aber die Gesamtvorstellung für ebenso aus den Elementen aufgebaut erklärt wie das reale Gesamtobjekt aus seinen Teilen: folglich bleibt nichts übrig, als die Teilvorstellungen irgendwie zu hypostasieren. In der Tat hat ja die Frage, wie, grob gesprochen, das Ganze vor den Teilen aufgefaßt werden könne, des Rätselhaften genug.

Gegenüber der skizzierten, roh summierenden Erklärungsweise hat nun die österreichische Schule mit Nachdruck auf die eigne Bedeutung der höheren Einheiten und ihre relative Unabhängigkeit von den

---

[1]) Laokoon, XVII.

[2]) Anthropologie, § 5.

konstituierenden Elementen hingewiesen. Seit Ehrenfels seinen Artikel über Gestaltqualitäten geschrieben hat, ist ja bekanntlich das Thema Gegenstand vielfacher Diskussion gewesen[1]) — gerade als ob es erst jener Anregung Machs bedurft hätte, von der Ehrenfels ausgeht, und als ob Wundt nicht früher schon auf das Schöpferische der psychischen Synthese hingewiesen hätte. Das wesentliche Ergebnis jener Diskussion scheint mir in der Hervorhebung der Transponierbarkeit zu bestehen, d. h. der Tatsache, daß die Eigenschaften des Ganzen als solchen bei gleichmäßiger Änderung der Bestandstücke erhalten bleiben — woraus hervorgeht, daß diese Eigenschaften nicht so in der absoluten Bestimmtheit der Merkmale der Teile, als in ihren gegenseitigen Verhältnissen gründen. Was aber in jener Diskussion m. E. zu wenig berücksichtigt worden ist — und es hängt das mit der ganzen etwas formalistischen Untersuchungsweise zusammen — ist das Gradverhältnis der Merkmale des entdeckten selbständigen Ganzen zu den Merkmalen der Elemente. Darum galt auch die Analyse mehr einer dauernd gegebenen Gesamtvorstellung als deren Zustandekommen, der Auffassung mehrerer Objekte. Letztere Frage hat auf Meinongs Grundlage nur Witasek untersucht[2]) und hat für die Veränderungen der Elemente und die dadurch hervorgerufenen Veränderungen der Komplexe folgende Merklichkeitsverhältnisse unterschieden[3]):

	Verschiedenheiten		
	der Bestandstücke	der Komplexionen	
1. Fall:	merklich	merklich	tatsächlich nachweisbar
2. Fall:	merklich	unmerklich	
3. Fall:	unmerklich	unmerklich	
4. Fall:	unmerklich	merklich	ausgeschlossen.

Diese Übersicht leidet — abgesehen davon, daß sie nicht aus Versuchen, sondern aus der Erfahrung des alltäglichen Lebens abgeleitet ist — daran, daß auf die Aufmerksamkeitsverteilung keine Rücksicht genommen ist. Die Merklichkeitsangaben für die Verän-

[1]) Die Literatur oben S. 376 f.

[2]) Witasek, Beiträge zur Psychologie der Komplexionen. Z. f. Psych. XIV, p. 401 ff.

[3]) Ebenda p. 433.

derungen der Komplexe gelten im allgemeinen bei Beachtung des Komplexes im ganzen, die für die Bestandstücke bei Einschränkung auf die Bestandstücke im einzelnen (nicht bei simultaner Auffassung sämtlicher Bestandstücke als Elemente). Witasek erwähnt selbst, daß im täglichen Leben auch andere Beziehungen zwischen Beachtung und Merklichkeit vorkommen können, ohne näher darauf einzugehen. Vor allem fehlt jede Untersuchung, wie bei gradweiser Zunahme der objektiven Veränderung diese bemerkt wird, ob am Komplex oder am Teilgegenstand — eben weil er keine experimentellen Untersuchungsmethoden anwendet.

Wenn wir uns nun in der experimentellen Psychologie nach Untersuchungen über die Auffassung von Komplexen umsehen, so finden wir zunächst, daß in beinahe allen Apperzeptionsmessungen (außer den letzten Wirthschen) eine Mehrheit von Elementen dargeboten wurde und damit Gelegenheit zur Komplexionsbildung gegeben war. Aber hier war bei all den Versuchen, welche mit einzelnen Buchstaben, Figuren usw. angestellt wurden, das Bemühen darauf gerichtet, die Elemente möglichst selbständig zur Auffassung zu bringen. Darum vermied man nach Kräften alle deutlichen Komplexionsbildungen — man machte Buchstaben und Figuren gleich groß, gab keine Buchstabengruppen mit einheitlicher Bedeutungsassoziation[1]) usw. —; ebenso war die Auffassung darauf abgestellt, die Elemente in ihrer Selbständigkeit zu erfassen. Dies Bemühen um gleichwertige Einzelelemente ging ohne weiteres aus der Absicht hervor, zahlenmäßige Umfangsbestimmungen nach apperzeptiven Einheiten zu erhalten. So führte dies Verlangen nach quantitativen Resultaten dazu, daß vor allem die Apperzeption als zerlegende Apperzeption untersucht und gefragt wurde: Wieviel Elemente können in einem simultanen Akt apperzipiert und dabei in ihrer Selbständigkeit aufgefaßt werden? Wobei dann die Erkennung der Selbständigkeit als Maß des Apperzeptionsgrades fungierte. All das ändert natürlich nichts daran, daß das »Feld der Apperzeption eine einheitliche Vorstellung bildet, indem wir die einzelnen Teile desselben zu einem Ganzen verbinden«[2]).

Wird also bei diesen Versuchen nur ein Minimum an Vereinheit-

---

[1]) Wundt, Menschen- u. Tierseele [3], p. 264.

[2]) Wundt, Phys. Psych. III [5], p. 334, cf. p. 528, 352.

lichung zugelassen, so kommen dagegen bei den Leseversuchen die Einheitsbeziehungen vollständig zur Geltung. Hier hat nun bekanntlich schon Cattell gefunden, daß ein Wort und auch ein kürzerer Satz »als ein Ganzes aufgefaßt« werden[1]) — ohne des näheren zu analysieren, wie dies Ganze zustande kommt. Er behauptet nur, daß, wenn das Ganze aufgefaßt ist, so auch die einzelnen Teile sehr deutlich erscheinen — ohne zu untersuchen, welcher von diesen beiden Inhalten der abhängige ist. Hier beweisen nun die Verlesungsversuche, wie ein großer Teil von Elementen assimilativ ergänzt und nur einzelne Buchstaben oder Teile derselben direkt aufgefaßt werden. Man mag diese Tatsache durch Begriffe wie »dominierende Elemente«[2]), »Gesamtform«[3]) beschreiben: jedenfalls zeigt sie, wie durch den Zusammentritt mehrerer Buchstabenelemente zu einem Wortganzen eine Verschiebung in dem Apperzeptionswert der Buchstaben eintritt, der nicht in ihnen selbst, sondern nur in ihrer Stellung zum Ganzen seine Ursache hat. Welche Elemente aber dabei den apperzeptiven Vorrang gewinnen, darüber ist außer ein paar elementarsten Tatsachen (wie die verschiedene Geltung von ober-, unter- und mittelzeiligen Elementen) noch nichts Näheres angegeben worden. Denn durch Berufung auf den »optischen Typus«, auf die »gröberen Züge« des Wortes, durch Vergleich mit einer »rohen Skizze«[4]) wird lediglich idem per idem bezeichnet, aber nicht einmal eine genaue Abgrenzung der bevorzugten Teile, geschweige denn eine Reduktion der Bevorzugung gegeben. Die Leseversuche wären hierzu auch wenig geschickt, weil die Vereinheitlichung durch eine Bedeutungsassoziation zu komplizierend wirkt. Um hier etwas klarer zu sehen, wollen wir darum an einfachere Tatsachen erinnern.

Damit überhaupt eine Einheitsbildung erfolgen kann, ist erforderlich, daß (außer der subjektiven Zusammenfassung in einen Apperzeptionsakt) ein gewisses Mindestmaß an objektiver Übereinstimmung gegeben ist. Diese besteht gewöhnlich, abgesehen von der räumlichen und zeitlichen Nachbarschaft, darin, daß die Elemente dem-

---

[1]) Philos. Stud. III, p. 127.

[2]) Wundt, Phys. Psych. III [5], p. 608.

[3]) Erdmann u. Dodge, a. a. O. p. 176.

[4]) ibid. p. 155, 176, 184 usw.

selben Sinnesgebiet angehören. Nur bei den Komplikationsversuchen fehlt diese Übereinstimmung — die daraus resultierende Schwierigkeit ist bekannt. Wenn nun mehrere Vorstellungen desselben Sinnesgebietes simultan apperzipiert werden, so verlieren sie schon darum an Klarheit, weil eine Erweiterung des Apperzeptionsumfanges auf mehrere Einheiten stattfindet. Wie aber dieser Verlust sich auf die einzelnen Elemente verteilt, bestimmt sich (immer vorausgesetzt, daß die Apperzeptionsfähigkeit allen Elementen subjektiv gleichmässig erteilt wird und keine besondere Beachtung statthat) nach den objektiven individuellen Merkmalen der Elemente innerhalb des gemeinsamen Sinnesgebietes. Diese Merkmale bestimmen durch ihre absolute Gradzahl (Intensität, Qualität etc.) die Eindrucksfähigkeit der Vorstellungen, wenn sie einzeln zur Apperzeption gelangen; wenn sie mit mehreren zusammentreten, bestimmt sich die Veränderung der Eindrucksfähigkeit nach den gegenseitigen Verhältnissen der Merkmale. Aber wohlgemerkt: diese Verhältnisse stellen wir nur her zwischen vergleichbaren Merkmalen, d. h. zwischen Merkmalen derselben Hinsicht. So bringen wir einen Ton mit anderen Tönen nach seiner Qualität in melodische und nach seiner Intensität in rhythmische Beziehungen, und melodischer und rhythmischer Verlauf können von einander unabhängig sein. Zugleich sehen wir schon jetzt folgendes: Wir hatten am verschiedenen Geltungswert der Buchstaben eines Wortes erfahren und werden noch deutlicher einsehen, wie durch die Beziehung eines Elementes zu anderen Elementen eine Veränderung seines Klarheitsgrades erfolgt. Wenn nun die maßgebenden Beziehungen zwischen Merkmalen derselben Dimension stattfinden, so wird sich auch die Klarheitsverschiebung innerhalb einer Dimension bewegen. Auf diese Weise führen die Einheitsbeziehungen zur Verselbständigung der abstrakten Merkmale, und zwar ist diese Verselbständigung unabhängig von subjektiver Beachtung, rein aus objektiven Verhältnissen bedingt. So sieht ein Laie an einem Spektrum zunächst nur die Farbqualitäten und denkt vorerst nicht an ihre Helligkeiten. Umgekehrt, wenn verschiedene Helligkeitsstufen gleicher Farbqualität gegeben sind. So erhalten wir von dieser Seite Licht auf das psychogenetische Abstraktionsproblem. Umgekehrt beweist die Möglichkeit solcher Beziehungen zwischen den abstrakten Merkmalen die Selbständigkeit dieser Merk-

male. Hätte Hume recht, so wären alle diese Einheitsbildungen nur begrifflicher Art[1]).

Die Verhältnisse nun, die zwischen den verschiedenen Merkmalen derselben Hinsicht stattfinden, können in Gleichheit, Widerstreit und allen zwischenliegenden Graden der Verschiedenheit bestehen. Die extreme Verschiedenheit ergibt den Fall der echten Konkurrenz: die Elemente suchen einander zu verdrängen und mindern auf diese Weise ihre Eindrucksfähigkeit. Finden dagegen Gleichheitsbeziehungen statt, so verlieren die Bestandteile als einzelne Teile ebenfalls an Eindrucksfähigkeit; zugleich aber treten die übereinstimmenden Merkmale zu einer Einheit zusammen, welche ihrerseits apperzeptiv gesteigert ist. Sofern dann die Elemente Teile dieser Einheit sind, gewinnen sie ebenfalls an apperzeptiver Bedeutung. Wenn ich z. B. mehrere weiße Blumen zu einem Strauß vereinige, so treten die Farbflecke zusammen zu einer Fläche, die im groben einen ungefähr einfarbigen Eindruck macht, und diese ausgedehntere weiße Fläche ist jetzt eindrucksvoller als das Weiß der einzelnen Blume. Insofern der Strauß auffälliger ist als die einzelne Blume, ist eine Blume als Teil des Straußes apperzeptiv günstiger gestellt als in der Vereinzelung, hat sie mehr Aussicht, überhaupt apperzipiert zu werden. Anderseits kommt eine Blume in ihrer Individualität im Strauß weniger zur Geltung, als wenn sie einzeln gezeigt wird[2]). Offenbar liegen diesen Erscheinungen simultane assoziative Verbindungen zugrunde, welche aber nicht von der Innigkeit sind, daß sie als Verschmelzungen bezeichnet werden könnten. Denn für diese ist charakteristich, daß die selbständigen Eigenschaften der Elemente in dem Verschmelzungsprodukt untergehen; sie würden gegeben sein, wenn wir ausschließlich weiße Farbelemente aneinandergereiht hätten. Demgegenüber haben wir absichtlich ein etwas grobes Beispiel gewählt, wo zahlreich eingehende fremde Elemente (Grenzlinien, Schatten, Tiefenvorstellungen

[1]) Nach Hume beachten wir, wenn wir einen Körper hinsichtlich seiner Weiße betrachten, seine Ähnlichkeit mit anderen weißen Objekten. Wenn wir also zwei weiße Blumen nebeneinander halten und ihre Farbengleichheit bemerken, bemerken wir ihre Gleichheit in ihrem Verhältnis zu weißen Gegenständen, also jedenfalls zu dritten Objekten. Das Erlebnis wäre also dasselbe, als wenn wir etwa ihre Übereinstimmung hinsichtlich des Standortes konstatieren.

[2]) Ähnlich exemplifiziert Lipps an der Melodie: Die Quantität in psychischen Gesamtvorgängen, a. a. O. p. 393.

etc.) die Selbständigkeit der konstituierenden Teile garantieren. Wir wollen diese Art der assimilativen simultanen Verbindungen, welche wesentlich den Teilinhalten eine relative Selbständigkeit belassen und doch zur Ausbildung eines simultanen Ganzen führen, an das die Teile von ihrer Eindrucksfähigkeit verlieren, mit Lipps »Absorption« nennen[1]). Allerdings wird die Bezeichung „Absorption" in der psychologischen Literatur auch für andere, viel innigere Vereinheitlichungen gebraucht, bei denen auf psychischer Seite überhaupt nur eine einfache Empfindung aufzuweisen ist, so daß die Vereinheitlichung jedenfalls der physiologischen Reizung zuzuschieben ist. So mißlich eine solche Zweiheit des Sprachgebrauchs ist, so würde die Einführung einer neuen Bezeichnung die Vielfältigkeit nur vermehren. Unsere „Absorption" ist wie die Verschmelzung ein psychisch erkennbarer Vereinheitlichungsprozeß und mit dieser funktionsverwandt. Unterscheidend ist, daß die Verschmelzung wesentlich zwischen einfachen Empfindungen statthat, die Absorption dagegen zwisehen Vorstellungen, welche selbst Verschmelzungsprodukte sind. Damit ist schon gegeben, daß in der Absorption die Vorstellungsteile ihre Selbständigkeit (als auf einer Vereinheitlichung niederer Ordnung beruhend) bewahren[2]). Dies kann nur so geschehen, daß die individuell verschiedenen Merkmale nicht mit an der Absorption teilnehmen. So sehen wir jetzt aus Gründen ein, was wir oben (S. 442.) nur anmerkten: daß die Absorption abstrakte Merkmale der Teilvorstellungen besondert. Diese Auswahl geschieht nach Maßgabe der Gleichheitsbeziehungen der Teile. Indem aber das Ganze nur die relativen Verhältnisse der Merkmale der Elemente übernimmt, kommen die absoluten Bestimmungen vollends in Gefahr, apperzeptiv verloren zu gehen. So kann die Qualität einer Farbe durch Zusammentreten mit zahlreichen gleichfarbigen Elementen sehr zurücktreten gegen den entstehenden

[1]) Über psychische Absorption, Sitzungsbericht d. Münchener Akad. phil.-hist. Kl. 1901, p. 549 ff. Hier stellt Lipps die Absorption der Verdrängung scharf gegenüber (p. 562). Im Leitfaden scheint er gelegentlich den Begriff als übergeordnet über »Verdrängung« und »Überfließen« zu fassen (p. 103).

[2]) Man könnte auch, um diese Erhaltung der Selbständigkeit auszudrücken und doch den Verschmelzungsbegriff zu retten, von »unvollkommener Verschmelzung« sprechen (cf. Wundt, Phys. Psych. II 5, 418). Nur wird in dieser Bezeichnung vielleicht das wesentliche Merkmal der Verschmelzung durch das Beiwort derogiert.

Eindruck der Gleichfarbigkeit, wie sich besonders in der veränderten Gefühlswirkung (etwa der Öde) kundgeben kann. Auf der Unabhängigkeit des Ganzen von den absoluten Bestimmungen der Teile beruht die Tatsache der Transponierbarkeit. Sie macht es möglich, daß wir Einheitsbildungen, sogar verschiedener Sinnesgebiete, z. B. Rhythmen, unmittelbar miteinander vergleichen können. Diese Transponierbarkeit bildet die wesentlichste Eigenschaft der Komplexe, die aus «selbständigen» Einheiten aufgebaut sind[1]), und zugleich das beste Unterscheidungsmerkmal gegenüber dem Merkmalskomplex der einfachen Vorstellung.

Bei unserem Farbenbeispiel sind nun die absoluten Bestimmungen der Teile wenigstens insofern verhältnismässig direkt an der Bildung des Ganzen beteiligt, als das Ganze in der einfachen Gleichheit der absoluten Merkmale besteht. Bei den extensiven Anschauungsformen ist die Gleichheit der absoluten Raum- und Zeitlage ausgeschlossen, wenn überhaupt verschiedene Elemente gegeben sein sollen; Gleichheit ist hier nur möglich zwischen der relativen Verschiedenheit mindestens dreier Elemente. Solche «Gleichheitsverhältnisse höherer Ordnung» sind von vornherein auch denkbar zwischen Merkmalen der Qualität — und hierauf beruht der Begriff des akustischen Intervalls — und der Intensität. Letzterer Fall findet Verwendung bei Intensitätsmessungen nach der Methode der mittleren Abstufung. Zugleich lehrt die Schwierigkeit dieser Versuche, wie die Auffassung komplizierterer Relationen zwischen intensiven Bestandstücken erschwert ist. Dafür ist zu bedenken, daß die intensive Ordnungsform eindimensional ist. Alle Einheitsbildungen aber aus rein linearen Relationen erscheinen apperzeptiv benachteiligt gegenüber den reicheren räumlichen Einheiten. Anderseits ist die eindimensionale Ordnungsform die minimalste Bedingung für die Einheitsbildung. Die Empfindungsqualitäten der niederen chemischen Sinne ordnen sich nicht in ein stetiges System; darum sind auch keine höheren Einheiten möglich. Ja nicht einmal zeitliche Einheiten können hergestellt werden wegen der langdauernden Erregungsweise. Da höhere Einheiten ausgeschlossen sind, so fehlen auch die Formalgefühle, und dies ist vielleicht der Grund, warum die Vorstellungen

[1]) So Höfler, Psychologie p. 153.

der niederen chemischen Sinne zu ästhetischer Verwendung unfähig sind. Wären diese Sinne kurzzeitiger Erregung fähig, so ist nicht abzusehen, warum etwa Geruchsrhythmen nicht wohlgefällig wirken sollten, da Rhythmen in allen Sinnesgebieten, wo sie überhaupt vorkommen, ästhetischer Wirkung fähig sind. Gegenüber dieser Armut sind die räumlichen Einheitsbildungen aus Gesichtsvorstellungen außerordentlich bevorzugt, weil sie in mehreren Dimensionen geknüpft werden können und außerdem die Elemente des Ganzen nicht punktuell sind, sondern selbst schon Ausdehnung aufweisen, da sie selbst schon Verschmelzungsprodukte sind. Je grösser dieser Reichtum ist, um so zahlreicher sind die relativen Bestimmungsstücke, die dem einzelnen Elemente durch den Zusammentritt mit anderen erwachsen, umsomehr werden die absoluten Bestimmungsstücke in diesem dichten Relationengewebe verschwinden.

Und um so verschiedenartiger werden auch die vereinheitlichenden Relationen. Die bisher nur erwähnte Gleichheit ist ja nur ein Fall einer solchen Einheitsbeziehung. Immerhin wohl der wirksamste. Es ist z. B. bekannt, um wieviel leichter Abweichungen von der Symmetrie als von der Teilung nach dem goldnen Schnitt wahrgenommen werden, was sich dann auch im Verlauf der Wohlgefälligkeitskurve ausdrückt[1]). Dies beweist, wieviel eindrucksvoller das Gleichheitsverhältnis ist. Wie die Größengleichheit, so erleichtert auch die Richtungsgleichheit die Auffassung zweier Strecken. Gleichheit ist es auch, welches am Rand eines Haufens verschiedener Figuren, etwa einer Buchstabengruppe, eine deutliche Grenzlinie heraustreten läßt. Denn während wir auf der Mitte einer Druckseite nur verschiedene Buchstaben sehen, überwiegt am Rande die gleiche Verschiedenheit gegen die Umgebung und vereinigt die Elemente zur Randlinie. Dies so stark, daß wir zeichnerisch solche Gegenstände durch Konturen wiedergeben. Schließlich noch ein Beispiel: wenn wir 2 Halbkreislinien gleicher Krümmung zu einem Kreis zusammenlegen, also ihre Zentren zusammenfallen lassen, so wird die Verschmelzung inniger, als wenn wir sie mit verschiedenen Zentren zu einer *S*-Linie zusammenlegen, das Kreisganze wird eindrucksvoller, die Empfindlichkeit gegen Krümmungsänderungen

---

[1]) **Wundt**, Phys. Psych. III [5], p. 149 f.

größer. Anderseits gehen die Bogen als Halbkreisbogen im Kreis vollständig unter, während sie im S ohne weiteres erkannt werden. — Man könnte so schließlich alle höheren Relationen in eine Gleichheits- und eine Verschiedenheitskomponente zerlegen und überall die Gleichheit als einheitswirkend zu erweisen suchen. Ein solches Beginnen wäre verlockend, weil es die Aussicht auf Ausnahmslosigkeit gewährt, und doch scholastisch gegenüber dem Reichtum der unmittelbaren Anschauung.

Daß aber überhaupt die Gleichheit einheitsbildend wirkt, ist eine Tatsache, die nicht weiter reduziert, sondern nur mit der Einheit und Begrenztheit der Apperzeption überhaupt in Beziehung gebracht werden kann[1]).

Wir haben also gesehen: Wenn mehrere Vorstellungen zumal apperzipiert werden, so ist jedenfalls der Apperzeptionsgrad gegenüber der isolierten Auffassung verändert. Widerstreitende Merkmale verdrängen einander durch Konkurrenz, übereinstimmende werden absorbiert durch eine Einheit, die sich über ihnen aus den übereinstimmenden Relationen aufbaut und an Eindrucksfähigkeit gewinnt.

Jetzt löst sich auch jenes Problem, wie wir einen Menschen in der Ferne erkennen können, ohne daß wir doch die Teile deutlich haben. Auch schon am nahen Objekt sind die charakteristischen Linien, der Umriß usw. apperzeptiv bevorzugt wegen ihrer Relationen bei simultaner Apperzeption. Sie werden relativ verselbständigt und besonders eingeübt. Dies ermöglicht die Erkennung auch dann, wenn die apperzeptiv unbedeutenderen Teile fehlen, wie am Fernobjekt. Daß dies hier der vulgären Psychologie so rätselhaft erscheint, liegt darin, daß am Nahobjekt die angeblich benötigte Auffassung der Teile jeden Augenblick nachgeholt werden kann.

Letzteres Beispiel zeigt zugleich, wie durch die Klarheitsverteilung bei Apperzeption eines Komplexes Elemente apperzeptiv minderwertig werden, welche innerhalb deutlich aufgefaßter Teile liegen. Wollte man also in diesem Klarheitsrelief die Höhengrenze der Apperzeption abstecken, was bei der stetigen Verschiedenheit der Bewußtseinsgrade niemals ohne Willkür geschehen kann (etwa indem man den Ausschluß assimilativer Verkennungen zum Kriterium des

[1]) Ebenda S. 528.

Apperzipiertseins machte): so würde man kein durchaus zusammenhängendes Gebiet erhalten, sondern Gipfel und Höhenzüge, etwa wie in einer überschwemmten Hügellandschaft nur einige Erhebungen über den Wasserspiegel emporragen. Man sieht also, wie bei weiterer Ausdehnung das Apperzeptionsfeld seine räumliche Kontinuität verlieren und darum auch nicht mehr durch eine einfache Umfangsgrenze bestimmt werden kann. Die Apperzeption erscheint so wie eine poröse elastische Membran, deren Poren sich erst bei weiterer Ausdehnung öffnen.

Was folgt nun aus alle dem für unsere Versuche? Zunächst wollen wir die Apperzeption nicht auf soviel Elemente ausdehnen, daß sich »die Poren öffnen«, andrerseits wollen wir den Verteilungseffekt möglichst deutlich erhalten. Indem wir uns die Erfahrung früherer Autoren zu nutze machen, wollen wir 6 einfache Objekte zugleich zur Darbietung bringen, und zwar einfache Kreise, dem untersuchten vergleichbar. Um eine Messung überhaupt zu ermöglichen, wollen wir »zwingende« Einheitsbeziehungen, deutliche Unterördnungen usw. möglichst vermeiden und die Elemente in Größe, Lage und Helligkeit möglichst indifferent gegeneinander zu gestalten suchen. Andrerseits wissen wir, daß diese Einheitsbildungen niemals vollständig vermieden werden können; wir werden uns darum gegen ihre Wirkungen nicht verschließen. Wir werden uns gewärtig halten, im Klarheitsrelief Verteilungen zu erhalten, welche nur aus dem Zusammentritt zur Mehrheit erklärbar sind, wir werden uns erinnern, daß wir mit jeder Veränderung der absoluten Merkmale auch ihre Relationen verändern; schließlich werden wir versuchen, auch die Auffassung des Ganzen in seiner Unabhängigkeit von den Elementen zu entdecken, und dementsprechend Veränderungen des Ganzen (Transpositionen) vornehmen.

Die zweite Anordnung.

Um ein Objekt von mehreren eng beieinander liegenden, selbständig veränderlichen Kreisen herzustellen, war die Blendenvorrichtung nicht mehr zu verwenden. Es machte sich notwendig, das Objekt der 6 hellen Kreise dadurch zu erzeugen, daß 6 kreisrunde Löcher in eine Kartonscheibe gestanzt und vor einem durchfallend erleuch-

teten Schirm gezeigt wurden. Hierzu war natürlich nötig, daß soviel Kartonscheiben hergestellt wurden, als Größen- und Lageveränderungen gezeigt werden sollten, während die Helligkeitsveränderungen von der Gestalt der Scheiben selbstverständlich unabhängig erzeugt wurden.

Für die Gestaltung der Anordnung folgt hieraus ein doppeltes: Da das Pappobjekt selbst angeschaut wird und leicht beweglich ist, so kann es selbst ausgewechselt werden und kann die Spiegelvorrichtung wegfallen, die uns bisher zur Auswechslung diente. Ferner, die 6 Kreise im Karton auszustanzen wird sich unpraktisch auf einer Fläche vornehmen lassen, welche so klein ist, daß sie in bequemer Sehweite ganz in das Gebiet des deutlichsten Sehens fällt. Man wird praktisch eine etwas größe Fläche nehmen und aus größerer Ferne sehen lassen. Um dabei Akkomodationsstörungen zu vermeiden, ist es angezeigt, durch ein Fernrohr beobachten zu lassen. Wird so das objekttragende Falltachistoskop vom Beobachter weggerückt, so wird zugleich die Belästigung durch das erwähnte Fallgeräusch willkommen gemindert.

Jetzt wird man die Beschreibung des zweiten Grundrisses verstehen. *TT'* (Fig. 2) sind wieder die Pfeiler des Falltachistoskopes, welches diesmal mit seiner Front senkrecht zur Blicklinie des Beobachters steht. Zwischen diesen Pfeilern bewegte sich diesmal ein rechteckiger Rahmen. Dessen Messingleisten trugen (außer den Nasen zur Auflagerung und den Stiften zur Umlegung des Kontakthebels, alles wie bei dem Spiegel der ersten Anordnung) zwei Paare von Bandfedern. Diese gestatteten zwei Kartonscheiben von 85 mm² übereinander auf dem Rahmen zu befestigen; sie gewährten eine schnelle Auswechselung, während Führungsleisten und Haftepunkte auf dem Rahmen dafür Gewähr boten, daß jede Kartonscheibe an denselben Ort kam. Die Auswechselungsvorrichtung selbst war unverändert.

Die Beobachtung des Kartonobjektes geschah durch das Fernrohr *O*, dessen Objektiv 128 cm von der Fläche des Objektes entfernt ist. Diese Entfernung war recht, um eine Kreisfläche von 7 cm Durchmesser nach Maßgabe der Vergrößerung des Fernrohres noch ganz in den Bereich des deutlichsten Sehens fallen zu lassen. Eine so große Fläche nur sollte von der 8,5 cm² großen Kartonscheibe gezeigt werden. Dadurch war man sicher, daß die Bandfedern,

welche seitlich über den Rand des Kartons griffen, nicht sichtbar waren. Wie der über den Kreis von 7 cm Durchmesser hinausragende Teil der Pappscheibe verdeckt wurde, wird gleich gezeigt werden. Die instantane Darbietung geschah wieder durch das Rotationstachistoskop *R*. *C* ist wieder der Schleifkontaktbügel; die Kontaktschraube *D* des ersten Grundrisses war diesmal am Fuß des Rotationstachistoskopes befestigt und ist in der Figur weggelassen worden. Aufgeschraubt war diesmal die von Wirth angegebene Spiegelscheibe. Denn der Grund, sie seiner Zeit zu beseitigen, nämlich die Vermeidung von Haltepunkten, war jetzt nicht mehr erheblich, da nur Lageveränderungen innerhalb des Komplexes gegeben wurden. Immerhin wäre die Vorstellung der Drehbewegung des Spiegels auch jetzt störend gewesen. Um sie zu beseitigen, wurde vor den rotierenden ein ruhender Spiegel *S* aufgestellt, auf welchem eine kreisförmige Stelle vom Belag entblößt war, durch die der Durchblick auf das Objekt erfolgte. Dieser Spiegel ließ also vom rotierenden Spiegel nur ein kreisrundes Stück durch die freie Stelle sehen; er verdeckte die Peripherie und verhinderte damit die (namentlich durch die Halteschrauben begünstigte) Drehvorstellung. Er verhinderte aber noch mehr. Es ist nämlich trotz der sorgsamen Montage des Spiegels am Wirthschen Tachistoskop praktisch sehr schwer, die Spiegelscheibe so zu befestigen, daß bei ihrer Drehung die gespiegelte Fläche vollständig und in ihrer ganzen Ausdehnung zu ruhen scheint. Nur zu leicht zeigt sich an irgend einem Punkte der ganzen Ausdehnung eine leise Bewegung, die die Drehung verrät. Da hier nur ein kleiner Teil der rotierenden Scheibe gezeigt wurde, so wurde ein etwaiges Schwanken ganz unauffällig. — Ferner wurde der durchsichtige Kreis dieses festen Spiegels so groß gemacht, daß

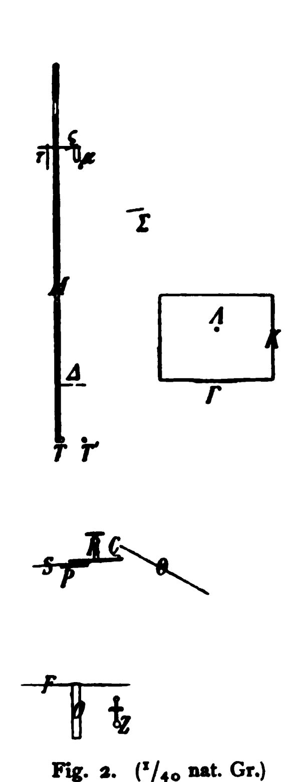


Fig. 2. (1/40 nat. Gr.)

er gerade einen Kreis von 7 cm Durchmesser vom Objekt zu sehen gestattete, also, da er sich in halber Entfernung befand, auf 3,5 cm. Auf diese Weise verdeckte der Spiegel alle überschüssigen Teile des Objektes. Endlich trug diese Spiegelscheibe in der Mitte des freien Kreises einen Fixationspunkt. Wozu dieser erforderlich war, werden wir später besprechen. Der Rand des freien Kreises des Spiegels erschien vor der Spiegelscheibe des Tachistoskopes, so eng als möglich daran gerückt, wie eine feine Kreislinie. In beiden Spiegeln war die gleichmäßig weiße Fläche *F* sichtbar. Schließlich war es noch nötig, daß das Spiegelbild des Okulars des Fernrohres eliminiert wurde. Denn obwohl die beiden Spiegel schräg zur Blicklinie gestellt wurden, so tauchte selbstverständlich das Spiegelbild seitlich immer wieder auf. Hier half der Rahmen *P*, welcher ein wiederum kreisförmiges Papierdiaphragma, dieses von weit größerem Durchmesser genommen (etwa 20 cm), trug. Dieses, von ähnlichem farblosen Grau wie die Wand *F* genommen, schloß das Blickfeld im indirekten Sehen ab.

Die Schaltungen, welche bei Stromschluß mit Hülfe des Tasters *Z* den Objektwechsel erfolgen ließen, waren dieselben wie bei der ersten Anordnung.

Zur Beleuchtung war, da das Objekt komplizierter war und zur merklichen Veränderung der Helligkeit eines Kreises schon ein ziemlicher Bedarf an Helligkeitszuwachs zu erwarten stand, eine stärkere Lichtquelle erforderlich und wurde darum eine Bogenlampe *Δ* verwendet. Da die Helligkeit einer Bogenlampe aber starken Schwankungen ausgesetzt ist, so schien es die einzige Rettung, sämtliche Beleuchtung, auch die des Objektes von vorn, aus einer einzigen Quelle zu beziehen. Um die verschiedenen Helligkeitsstufen zu erhalten, wurde die Lampe in eine Kiste *K* eingebaut, welche nach hinten in Augenhöhe offen war (durch die dünnen Linien angedeutet), nach vorn aber ein Fenster hatte, das durch die dicke Mattglasplatte *Γ* verschlossen war. Die Beleuchtung des Objektes von hinten, die die stärkere sein mußte, damit die hellen Kreise heraustraten, erfolgte mit Hülfe des Spiegels *Σ*. Um für das Objekt einen tauglichen Hintergrund herzustellen, war unmittelbar hinter dem Schlitten zwischen den Pfeilern des Tachistoskopes ein Rähmchen aus dünnen Holzleisten aufgestellt, das zwischen den Pfeilern durch Reibung

haftete und das von vorn nicht sichtbar war, da es hinter dem beweglichen Rahmen verschwand. Dieses Rähmchen trug in der Höhe, in welcher das Objekt stand, wenn es beobachtet wurde, eine Glasscheibe, reichlich so groß wie die Pappscheiben, welche mit weißem Papier bezogen war. Vor diesem durchscheinend erleuchteten Papier wurden die durchlöcherten Pappscheiben gezeigt, so daß die Löcher wie farblos helle Kreise erschienen. Die Glasplatte auf dem Rähmchen erfüllte zugleich noch einen anderen Zweck. Wir hatten uns vorgenommen, deutliche Einheitsbeziehungen zwischen den Kreisen zu vermeiden. Also mußte uns auch daran gelegen sein, etwas verschiedene Ausgangshelligkeiten herzustellen. Um dies zu erreichen, wurde auf das Papier, das den Hintergrund abgab, an den Stellen, vor welche die einzelnen Kreise zu stehen kamen, dünnes Papier in verschiedenen Schichten aufgeklebt. So wurden 3 verschiedene Helligkeitsstufen hergestellt, die auf die 6 Kreise unregelmäßig verteilt wurden. Die Verteilung wird noch angegeben werden. Natürlich mußte, damit bei Lageveränderungen die Helligkeit jeden Kreises konstant blieb, darauf Bedacht genommen werden, daß das Papier in so breiten Sektoren aufgesetzt wurde, wie sie bei den Lageänderungen zur Verwendung kamen.

Zur Beleuchtung von vorn diente das gedämpft durch Γ fallende Licht. Um hierbei die im Spiegel zu sehende Wand F, welche verhältnismäßig direkt belichtet war, nicht im Vorteil zu belassen gegen die Vorderseite des Objektes, wurde der Schirm Θ aus dünnem weißen Papier dazwischen gestellt. Dieser entzog der Wand F an Helligkeit und belichtete das Objekt reflektierend. Durch Drehung von Θ konnte man einen Winkel finden, wo die Schirmwand F im Spiegel genau so hell erschien wie die Vorderseite des Objektes, so daß die Kreise wie aus derselben ruhigen Fläche leuchtend auftauchten. Die Helligkeitsverhältnisse lagen wieder so günstig, daß bei einer Expositionenfolge von 1 Sekunde von Nachbildern gar nichts zu bemerken war.

Was die Helligkeitsveränderungen betrifft, so war die Verdunkelung eines Kreises nicht wohl zu bewerkstelligen. Zur Aufhellung galt es einen weiteren Lichtkegel aus der Helligkeit von $\varDelta$ in variabler Stärke auszusondern. Hierzu dient der Spiegel σ. Dieser war mit Hülfe eines Kugelgelenkes an einem Bügel und dieser in einer

Schraubzwinge befestigt, welche längs der Meßstange M beweglich war. Um aus dem Lichtkegel, den σ lieferte, den Teil auszusondern, welcher für den einzelnen aufzuhellenden Kreis erfordert wurde, diente das Diaphragma Δ, welches ebenfalls in einem Kugelgelenk beweglich war. Durch das Zusammenwirken der beiden Gelenke war es leicht möglich, die Helligkeit auf jeden beliebigen Kreis fallen zu lassen.

Aber diese Zusatzhelligkeit durfte erst beim Vergleichsobjekt erscheinen. Um sie während der Darbietung des Normalkomplexes zu verdecken, war an dem Bügel, der den Spiegel σ trug, unter diesem noch ein kleiner Magnet μ angebracht, über ihm eine Pendelachse τ. Letztere trug ein leichtes Holzpendel mit Eisenlinse und einer Papierfahne. War das Pendel elongiert und seine Linse von dem durchströmten μ angezogen, so verdeckte die Fahne den Spiegel. Wurde der Strom unterbrochen, so fiel das Pendel, von einem Widerhalt geräuschlos aufgefangen, und gab den Spiegel frei. Es war also nötig, einen Dauerstrom zu verwenden, welcher im Augenblick des Objektwechsels geöffnet wurde. Der Strom, der das Objekt auswechseln ließ, konnte, da er nur kurzzeitig geschlossen wurde, hierzu nicht verwendet werden; vielmehr wurde ein besonderer zweiter Stromkreis hergestellt, der von einer Elementenbatterie gespeist wurde. Um seine Öffnung rechtzeitig zu bewirken, wurde er mit dem ersten Stromkreis insofern in Berührung gebracht, als er durch die oben beschriebene Kontaktwechselvorrichtung so geleitet wurde, daß er durch den Kontakthebel zur untersten Kontaktplatte ging. Er war also nur geschlossen, solange der Hebel auf dieser Platte stand, d. h. solange das erste Objekt sichtbar war. Wurde das Objekt gewechselt, so verließ der Hebel die unterste Platte, der Strom wurde unterbrochen und die Zusatzhelligkeit für das Vergleichsobjekt freigegeben.

Das Objekt, das mit Hilfe dieser Anordnung gezeigt wurde, wurde aus Kartonscheiben hergestellt, die stark genug waren, um kein Licht durchschimmern zu lassen. Diese Scheiben wurden vom Lithographen mit einem Vordruck für die auszustanzenden Kreise versehen (Fig. 3, ohne die Ziffern). Der Mittelpunkt diente zur genauen Einstellung des Objektes, der große Kreis bestimmte das sichtbare Variationsbereich, die vier Seitenlinien dienten als Vordruck für die sehr genau

vorzunehmende Beschneidung. Die Ausstanzung der Kreise erfolgte mittels stählerner Locheisen. Hierzu konnten die im Handel befindlichen Eisen nicht verwendet werden, weil sie nicht präzis genug gearbeitet und zumeist vorn konisch zugespitzt sind. Es wurden vielmehr vom Mechaniker besondere Lochstanzen angefertigt, deren Außenmantel genau zylindrisch war. Um die Größenvariation zu ermöglichen, wurden die Stanzen in abgestuften Durchmessergrößen hergestellt. Diese Abstufungen konnten wegen der unvermeidlichen Fehlerquellen, die in der Bearbeitung des Materials, der wenn auch geringen Aufbauchung der Kartonränder usw. gegeben waren, nicht allzu fein genommen werden. Es wurden darum Stanzen in der Abstufung von $^1/_2$ zu $^1/_2$ mm des Durchmessers hergestellt. Die Vorversuche lehrten, daß sich die Wirkungen der verschiedenen Aufmerksamkeitsverteilung bei diesen Variationen noch deutlich zeigten.

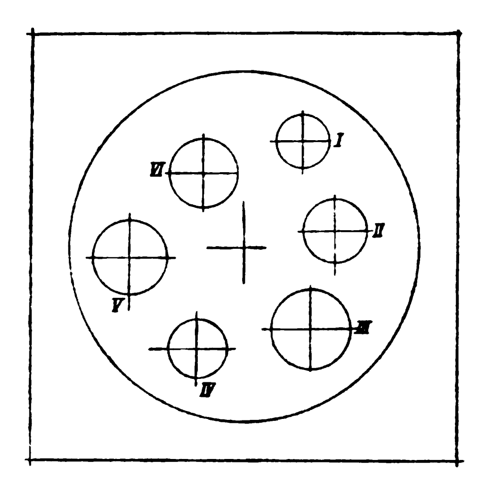


Fig. 3. ($^2/_3$ nat. Gr.)

Die Normalkreise, die mit diesen Stanzen hergestellt wurden, zeigt in ihrer Verteilung die Figur; ihre Durchmesser variieren zwischen 11 und 16 mm. Um uns fernerhin zu verständigen, mögen sie mit *I—VI* in der beigesetzten Weise bezeichnet werden. Die Ausgangshelligkeit war derart verschieden gemacht, daß *I* und *IV* am hellsten, *II* und *VI* mittelmäßig und *III* und *V* am wenigsten hell waren.

Von den Veränderungen sind die Aufhellungen in ihrer Technik schon beschrieben worden. Da der Spiegel, der die Aufhellung bewirkt, stetig verschiebbar ist, so konnten alle Veränderungsstufen hergestellt werden. Während die Helligkeitsänderung von der Gestalt des Kartons unabhängig ist, bedurfte jede räumliche Änderung einer besonderen Kartonscheibe. Es wurden dazu ungefähr 250 verschiedene Ausstanzungen hergestellt. Die Größenänderungen ge-

schahen mit Erhaltung des Zentrums; es wurde schon erwähnt, daß sie von $^1/_2$ zu $^1/_2$ mm hergestellt wurden. Für die Lageveränderungen wären offenbar Verschiebungen in den senkrechten Ordinaten für die Struktur des Komplexes uncharakteristisch gewesen. Dieser Komplex zeigt vielmehr einen etwa runden Umriß und eine zentrierte Anordnung. Es entspricht diesem Aufbau, die Verschiebungen in Polarkordinaten vorzunehmen. Es wurden demgemäß 2 Klassen von Verschiebungen hergestellt: in radialer Richtung, d. h. in Richtung der Verbindungslinie des Zentrums des zu verändernden Kreises mit dem Zentrum des Komplexes, und in peripherer Richtung, d. h. in Richtung der Kreislinie, die um das Komplexzentrum mit dieser Verbindungslinie als Radius gezogen werden kann. Die Veränderungen wurden auf diesem Radius bezw. auf dieser Kreislinie von $^1/_2$ zu $^1/_2$ mm abgemessen. Bezeichnen werden wir im folgenden die radialen Verschiebungen als »nach innen« und »nach außen«, die peripheren nach dem Kreis, zu welchem die Verschiebung gerichtet ist, z. B. *IV* zu *III*. — Es hätten sich auf diese Weise 6×4 Lageänderungen ergeben. Wir werden aber diese Veränderungen ebensowenig alle untersuchen, wie die 6×2 Größenänderungen. Denn die Änderungen sind sich qualitativ so ähnlich, daß man an der einzelnen nichts Besonderes lernt, und doch verschieden genug, daß man die quantitativen Werte nicht vergleichen kann. Wir werden aber Veränderungen reichlich genug geben, daß die Verteilung über den ganzen Komplex gewahrt wird.

Während wir die Werte der räumlichen Veränderungen in ihrer absoluten Größe notieren, können wir die Aufhellungen wieder nur in Teilen der Ausgangshelligkeit angeben. Für die Eichung superponierten bei dieser Anordnung Ausgangs- und Zusatzhelligkeit, weil von verschiedener Quelle ausgehend. Ist also a die konstante Beleuchtung von vorn, b die konstante Beleuchtung der Kreise von hinten ohne Aufhellung, x_1 x_2 .. die Zusatzhelligkeiten bei verschiedener Stellung des Spiegels, so wurde $\frac{a}{a+b}$, $\frac{a}{a+b+x_1}$, $\frac{a}{a+b+x_2}$ ... in zahlreichen Messungen bestimmt. Hieraus wurde dann $\frac{x_1}{a+b}$, $\frac{x_2}{a+b}$ .. berechnet und der Nenner auf 100 gebracht. Die x-Werte

wurden dem Quadrate der Lichtquellendistanz umgekehrt proportional gesetzt, was wieder eine recht gute Übereinstimmung der berechneten Werte mit den gemessenen ergab, und nun die Helligkeitswerte für die anderen Spiegelstellungen rechnerisch bestimmt.

Die Vorversuche zeigten eine so große Differenz der individuell benötigten Aufhellungen, daß für eine Vp. (W) die Dimensionen der Anordnung nicht ausreichten, um genügend feine Aufhellungen herzustellen (da der Spiegel Σ nicht verschoben werden sollte). Es wurde hier Abhülfe geschafft, indem der Lichtkegel für die Aufhellungen durch ein graues Glas hindurchgeschickt wurde, das, auf das Diaphragma Δ aufgesetzt, nur 5 Zwölfteile der Helligkeit durchließ.

Während endlich alle bisher besprochenen Veränderungen an einem Kreis geschehen, soll noch eine Transposition des ganzen Komplexes erwähnt werden, die wir verwenden werden, nämlich die Drehung. Diese wurde objektiv so hergestellt, daß die Kartonscheibe nicht auf den vorgedruckten Linien beschnitten wurde, sondern auf einer natürlich ebenfalls rechtwinkligen und gleichen Kontur, die gegen jene um das Zentrum des Komplexes gedreht war. Die Messung der Drehung geschah auf einem Kreise, der mit dem Mittel der Distanzen der 6 Kreise vom Zentrum als Radius geschlagen war, in mm der Peripherie.

Die zweite Versuchsreihe.

I.

Mit diesem Objekt wurden ungefähr 6000 Versuche vorgenommen. Ehe ich aber ihre Ergebnisse berichte, mögen einige allgemeine Erscheinungen bemerkt werden, die die Versuche unmittelbar darboten.

Die Kontinuität der sukzessiven Apperzeptionen. — Wenn dem Beobachter mit dem Auftrag der unbeschränkten Auffassung die aufeinanderfolgenden Darbietungen des Komplexes gegeben werden, so ist der erste Eindruck der, daß das Bild von einer Darbietung zur anderen außerordentlich schwankt. Diese Schwankungen sind Veränderungen namentlich der Lage, weniger der Helligkeit des Gesamtkomplexes, also Transpositionen, während die Lagebeziehungen

der Elemente in den verschiedenen Darbietungen wohl verschieden deutlich, aber nicht so positiv verändert erscheinen, wie die Lage des Komplexes. Blickbewegungen mögen vor allem dafür verantwortlich zu machen sein. Dieser Eindruck der Labilität wird bald dadurch überwunden, daß der Beobachter weiß, daß die verschiedenen Eindrücke Wahrnehmungen eines identischen Objekts sind. Dadurch ergibt sich von selbst die Herstellung einer kontinuierlichen Aufeinanderbeziehung der einzelnen Apperzeptionsakte, und die Schwankungen werden als subjektiv eliminiert. Ungefähr so, wie der Eisenbahnzug auf dem Nebengeleis, den ich vom Wagenfenster aus anfahren sehe, wieder steht, sobald ich bemerke, daß sich der eigne Wagen in Bewegung gesetzt hat. Natürlich geschieht diese Herstellung der Kontinuität ohne alle intellektualistische »Deutungssache« ganz von selbst. Immerhin ist sie so sehr von der subjektiven Gegenstandsintention abhängig, daß sie jederzeit sofort wieder aufgehoben werden kann, wenn man sich einredet, daß jede einzelne Darbietung von einem anderen Objekt herrühre. Diese Bedeutung der Gegenstandsintention zeigt auch folgender Vorfall: Als gelegentlich eine neue Vp. den Versuchen beitrat, erhielt ich zunächst gar keine konstanten, fast widersprechende Urteile. Da ich nicht finden konnte, wo der Fehler lag, begann ich, die Instruktion nochmals vollständig zu wiederholen. Da stellte sich denn heraus, daß der Herr mißverständlich (er war Ausländer) angenommen hatte, daß der Urkomplex von Versuch zu Versuch wechselte. Er hatte sich also bei jedem Versuch bemüht, einen neuen Komplex auswendig zu lernen. Als dies Mißverständnis beseitigt war, wurden die Resultate sofort übereinstimmend. Man sieht, wie wirkungsvoll die Konstanz nicht nur von Darbietung zu Darbietung, sondern auch von Versuch zu Versuch für die Beherrschung des Normalkomplexes und wie richtig die von Wirth eingeführte Konstanz dieses Komplexes ist.

Läßt nun der Beobachter auf das konstante Normalobjekt das veränderte folgen, so bleibt die hergestellte Kontinuität in doppeltem Sinne bewahrt: einmal wird die Veränderung ebenfalls mit Gegenstandsintention als objektive Veränderung apperzipiert, und zweitens wird sie speziell auf das Normalobjekt derartig bezogen, daß sie unmittelbar als Veränderung dieses Objektes aufgefaßt und nicht

etwa nachträglich wie eine Kopie neben ein Original gestellt wird. Aber anderseits ist doch die Erwartungslage insofern völlig verändert, als sie, während früher auf die konstanten Eigenschaften des Gegenstandes, jetzt auf Veränderungen, wenn auch auf Gegenstandsveränderungen, abgestellt ist. Darum scheint jetzt Gefahr, daß die als subjektiv ausgeschalteten Schwankungen verfälschend zurückkehren. In der Tat machen sich im Moment der Veränderung die Schwankungen stärker geltend als während der konstanten Darbietungen. Oft werden sie auch jetzt unmittelbar als subjektiv angegeben: »Ich hatte den Eindruck einer starken Veränderung, aber sie war nur subjektiv.« Freilich aber ist dieses subjektive Gefühl nicht zuverlässig. Wichtiger für die richtige Elimination ist, daß die Schwankungen vornehmlich absolute Veränderungen der Gesamtlage, Gesamthelligkelt bewirkten. Ihnen gegenüber wurden relative Veränderungen der Teile untereinander stets und zweifellos als objektiv aufgefaßt. Schwieriger gestaltete sich die Unterscheidung, wenn objektiv absolute Veränderungen gezeigt wurden. Von hier aus erscheint die oben konstatierte Verschiedenheit der Apperzeption relativer und absoluter Veränderungen im neuen Lichte. Die geringere Konstanz der Resultate bei absoluten Veränderungen kann teilweise die Ursache haben, daß subjektive Veränderungen als objektive ausgesagt wurden. Hier eine möglichst saubere Scheidung zu erhalten, kann nur eine lange Übung helfen. Wir erinnern uns, wie diese zur Festhaltung des Auges führte, zu dem Bemühen also, einen festen Beziehungspunkt zu gewinnen.

Hiermit gewinnen wir zu der oben erörterten Gegenstandsintention eine zweite Bedingung der Gegenstandsapperzeption. Damit eine Folge von gleichen Vorstellungen auf einen einheitlichen Gegenstand bezogen werde, ist erforderlich, daß die relativen Verhältnisse in den verschiedenen Vorstellungen konstant bleiben; damit eine Folge von veränderten Vorstellungen als Vorstellungen einer objektiven Veränderung erscheine, ist erforderlich, daß die Veränderungen als relativ zu einem konstanten Beziehungspunkt gegeben werden. Fehlt letztere Relation und treten also die Veränderungen als absolute auf, so führt das Verlangen nach Unterscheidung, ob subjektive oder objektive Veränderung, zur Aufsuchung eines konstanten Beziehungspunktes, eventuell im beobachtenden Subjekt.

Dies könnte dazu führen, die Gegenstandseinheit in der Konstanz der relativen Beziehungen erblicken zu wollen. Ähnlich dem, wie vulgär die konstante Form fortschreitender Wellenberge zum Dingbegriff »Welle« führt — so daß ein Laie stets überrascht ist, zu hören, daß in der Wellenbewegung nur eine Bewegungsform vorrückt und die Wasserteile ihren Platz behalten. Doch wollen wir uns nicht durch erkenntnistheoretische Absichten verleiten lassen, diese Betrachtung weiter zu spinnen, als wie uns die Versuchstatsachen veranlassen.

Der veränderte Gesamteindruck. — Kehren wir also zu den Versuchen zurück. Wir haben gesehen, wie die Aufeinanderbeziehung der beiden Objekte dazu führt, das variierte Vergleichsobjekt als «verändert» auffassen zu lassen. Werden nun die objektiven Veränderungen langsam aufsteigend dargeboten, so erhält man (nach anfänglichen Gleichheitsfällen) zunächst allgemeine Verschiedenheitsurteile ohne nähere Bezeichnung der Veränderung: »Das Objekt ist verändert, aber ich kann nicht angeben wie.« Es fragt sich, wie solch ein undeterminiertes Urteil durch eine ganz spezielle objektive Veränderung hervorgerufen werden kann. Wie man sieht, ist das ein Problem ähnlich dem, das uns oben bei der Auffassung komplexer Gegenstände mit undeutlichen Teilen beschäftigte. Nur daß es sich dort um eine anschauliche Einheit aus simultan gegebenen Teilen, hier um eine apperzeptive Verbindung von sukzessiven Komplexen handelt. Dementsprechend werden wir zwei Faktoren für die Unbestimmheit des Veränderungsbewußtseins zu unterscheiden haben: die Sinneswahrnehmung des Vergleichsobjektes — diese kann aus beispielsweise peripheren Ursachen undeutlich sein und eine unbestimmte Auffassung gestatten wie beim entfernten Menschen — und die Beziehung des Vergleichsobjektes auf den Normalkomplex. Daß letztere nicht durch einen hinzutretenden Akt, sondern assimilativ geschieht, wurde schon wiederholt bemerkt. Darum gestatten auch die Versuche nicht, die beiden Faktoren etwa zu trennen. Sie zeigen aber auf das Deutlichste den Einfluß der Assimilationen. Es kommen nämlich Fälle vor, wo die fehlende Bestimmung der Veränderungsangabe durch eine unmittelbar darauf folgende größere Veränderung nachträglich erwirkt werden kann, z. B. in der Versuchsfolge:

Kreis *VI* Durchmesser $1\frac{1}{2}$ mm verkleinert.

Urteil: Unbestimmte Veränderung.

Derselbe Kreis 2 mm verkleinert.

Urteil: *VI* kleiner, war auch vorhin kleiner. (Wr.)

In solchen Fällen bewirkt also die durch eine deutliche Veränderung hervorgerufene Assimilation die nachträgliche assimilative Verarbeitung des reproduktiven Veränderungseindrucks.

Es ist etwa der umgekehrte Fall, wenn die nähere Bezeichnung der Veränderung darum unterbleibt, weil sie schnell wieder vergessen wurde. Gute Beobachter erklären (in seltenen Fällen) ganz bestimmt: Ich habe die Veränderung «eben gehabt», aber ich habe sie schon wieder vergessen. Hier zeigt sich auch, was schon öfter hervorgehoben, daß die Vergleichsmethode bezüglich des veränderten Elementes ähnliche Grenzen hat wie die Reproduktionsmethode. Und auch insofern stimmt die Vergleichsmethode mit der Reproduktionsmethode überein, als die Forderung der genauen Bezeichnung des veränderten Elementes einen Gradmaßstab enthält. Die allgemeinen Verschiedenheitsurteile mußten nämlich für die Schwellenbestimmung als unterschwellig angesetzt werden, da das Kriterium einer deutlichen Merklichkeit nur in genauer Determinierung der Veränderung gefunden werden konnte, obwohl das allgemeine Verschiedenheitsbewußtsein schon eine psychische Wirkung der Veränderung erkennen läßt.

Partiell bestimmte Verschiedenheitsurteile. — Nun ist die bei unserem Komplex zu fordernde Determination eine doppelte, da neben Angabe der Veränderungshinsicht auch eine Bezeichnung des veränderten Kreises und damit des Veränderungsortes verlangt wird. Beide Determinationen traten aber bei langsamem Aufsteigen nicht gleich schnell und gleich präzis auf, vielmehr wurde der Veränderungsort richtiger beurteilt. Dies kam darin zum Ausdruck, daß selten ein Urteil hinsichtlich des Ortes, häufiger aber hinsichtlich der Qualität falsch oder unbestimmt oder überbestimmt war. — War der Ort nicht aufgefasst, so war das Urteil hinsichtlich des Ortes eher unbestimmt gelassen als falsch. Dabei war das Urteil «eine Lageveränderung» häufig; seltener wurde eine unlokalisierte Aufhellung angegeben («es blitzt»); das Urteil «ein Kreis größer» kam so gut wie gar nicht vor. Diese Rangordnung zeigt ungefähr, in

welchem Verhältnis die betreffenden Veränderungen zur geometrischen Lokalisation und individuellen Bestimmtheit stehen. Wenn aber wirklich Verwechselungen oder Überbestimmungen des Ortes vorkamen, so zeigte sich in der gleichzeitigen Angabe der Veränderungsqualität zumeist ein Einfluß der objektiven qualitativen Veränderung. Diese hatte dann durch simultanen Kontrast oder Angleichung einen Nachbarkreis in Mitleidenschaft gezogen und auf diesen die Lokalisation hingelenkt. So ist ein Verfehlen der Ortsangabe in der Regel auf Kosten der Qualitätsänderung zu setzen. — War dagegen die Qualität nicht aufgefaßt, so konnte wohl auch jede Bestimmung fehlen (z. B. «Veränderung bei *IV*»); häufiger aber wurde die Qualität durch falsche Angabe oder durch Überbestimmung verfehlt. Namentlich zu solchen Überbestimmungen war die Neigung so groß, daß sie gelegentlich auch bei Werten auftraten, die nach der Regelmäßigkeit ihrer richtigen Erkenntnis als deutlich überschwellig zu bezeichnen waren — während hier eine Überbestimmung des Ortes vollständig ausgeschlossen war. Um dies zu erklären, müssen wir uns wieder daran erinnern, daß die Veränderungen verschiedener Hinsichten letztlich gleicherweise Intensitätsänderungen verschiedener Punkte sind, müssen wir uns der assimilativen Verwandtschaften erinnern, die wir unter den verschiedenen Veränderungen aufgefunden haben.

Aus den mitgeteilten Verhältnissen der partiell bestimmten Urteile Schlüsse für die Veränderungsauffassung zu ziehen, ist nicht unbedenklich, da man an ihrer Vergleichbarkeit zweifeln könnte. Darum wurden auch keine näheren Auszählungen vorgenommen. Aber die mitgeteilten gröbsten Verhältnisse scheinen doch den Schluß zu gestatten, daß die Lokalisation einer Veränderung leichter gelingt als die Auffassung der Veränderungshinsicht. Diese Leichtigkeit der Lokalisation ist in exakter Weise schon durch Reaktionsversuche festgestellt worden[1]).

Übungserscheinungen. — Im weiteren Verlauf wird dann der Wert erreicht, bei dem die Veränderung in allen Bestimmungsstücken deutlich erkannt wird. Wird dieser Wert für eine Veränderung im unwissentlichen Verfahren zum allerersten Male ge-

---

[1]) Wundt, Phys. Psych. III [5], p. 474.

wonnen, so pflegen sich dagegen die unwissentlichen Werte, die aus den nächsten Versuchsreihen (sei es in derselben oder einer späteren Stunde) gewonnen werden, rapid zu senken. Der Grund ist leicht einzusehen. Nachdem einmal die richtigen Assimilationen in der ersten Erkennung gefunden wurden, liegen sie nun in größerer Nähe und kommen den folgenden Versuchen zugute, die jener gegenüber mehr den Charakter von Wiedererkennungen tragen. Zugleich beweist die Erscheinung, daß es sich hier wirklich um Erkennungen und Assimilationswirkungen handelt. Da also die erste Erkennung einen starken plötzlichen Übungseffekt herbeiführt, welcher im Anfang der Versuchsreihe liegt und vornehmlich in Bekanntheitsgefühlen sich kundgibt, so dürfen wir wohl von einer Erscheinung der apperzeptiven Übung sprechen. Sie dürfte gerade für Versuche nach der Vergleichsmethode mit kompliziertem Objekt charakteristisch sein, wie anderseits zu ihrem Studium kaum etwas Besseres ausgedacht werden könnte als diese Versuche. Denn durch die Kompliziertheit des Objektes kann sie maximal gesteigert und durch die Konstanz des Urkomplexes von anderen Übungseinflüssen reinlich geschieden werden. Für uns war solche Untersuchung nicht die Aufgabe. Wir notieren gelegentlich die ersten «Erkennungsschwellen» in eckigen Klammern; die etwa rechts daneben stehende Zahl bedeutet die Schwelle aus derselben Versuchsstunde. Man darf aber nicht erwarten, etwa bei jeder Variation in den Tabellen ein deutliches Bild des Übungsverlaufs verfolgen zu können. Wir haben ja auseinandergesetzt, wie sehr wir auf den Wechsel der Veränderungen bedacht sein müssen. Aber die Darbietung einer Veränderung übt die Erkennung der verwandten.

Diese Mitübung müssen wir noch einen Augenblick besprechen, denn sie hat ihre Grenzen. Wohl mag die Übung in der tachistoskopischen Beobachtung usw. allen Veränderungen gleicherweise zugute kommen, der Übungseffekt der Erkennung aber begünstigt nur die Veränderungen gleicher Dimension. So übt die Auffassung der Lageveränderung eines Kreises die Lageauffassung aller Kreise, die der Aufhellung eines Kreises die Helligkeitsauffassung aller Kreise usw. Dagegen wird durch die Darbietung von Veränderungen einer Dimension die Auffassung der anderen nicht nur nicht geübt, sondern sogar benachteiligt, wegen der schon erwähnten Neigung

der Auffassung, sich auf wiederholt gegebene Veränderungshinsichten einzuengen. Für alles das ein Beispiel. Einer Vp. (H.) waren absichtlich während der ersten Versuchsstunden nur Grössenveränderungen gezeigt worden. Die Erkennung von Lageverschiebungen bereitete dann außerordentliche Schwierigkeiten. Sie wurden eine ganze Versuchsstunde bis zu 8 mm nicht erkannt. In der nächsten Stunde wurde zunächst der *VI.* Kreis bis 4 mm nach innen verschoben, ohne erkannt zu werden. Dann wurde der *III.* Kreis verrückt, und jetzt trat bei 6 mm die Erkennung der Lageverschiebung ein. Als bald darauf wieder die Verschiebung von *VI* (um 4 mm) gezeigt wurde, geschah die Erkennung mühelos. Die ganze Erscheinung ist um so auffälliger, als sie zeigt, wie zwei extensive Veränderungshinsichten (Lage und Grösse) einander fremd gegenüberstehen. Diese Besonderung der abstrakten Hinsichten durch die Übung im Gegensatz zur Mitübung innerhalb einer Qualität dürfte schlagender als alles andere ihre psychische Selbständigkeit beweisen.

Daß außer dem allgemeinen Übungsverlauf auch in jeder einzelnen Versuchsstunde Übungseinflüsse bemerkbar sind, ist bekannt. Ich erwähne sie nur deshalb, weil sie um so deutlicher sind, je schwieriger der Komplex und je zahlreicher die Veränderungsmöglichkeiten sind, weil dann die erste Auffassung einer Veränderungsart in einer Stunde gegenüber den späteren in gewissem Sinne eine neue Erkennung ist.

Schließlich wurde schon bei Besprechung der Versuchspraxis der feineren Wirkungen gedacht, mit der jeder Versuch den unmittelbar folgenden zu beeinflussen imstande ist. Die große zeitliche Nähe der Versuche mag daran schuld sein, daß unter Umständen auch dem unklarsten Erlebnis eine solche Nachwirkung möglich ist. Diese Wirkungen lassen sich sämtlich zurückführen auf sukzessiven Kontrast und sukzessive Angleichung. Für die Kontrastwirkung Beispiele anzuführen, wäre wenig anschaulich. Denn wenn durch Konstrast mit einem vorhergehenden Versuch eine Veränderung erkannt wird, welche sonst als unterschwellig zu bezeichnen ist, so wird diese Unterschwelligkeit erst deutlich durch Vergleich mit zahlreichen anderen Versuchen. Dagegen gibt in den Fällen der Angleichung der angleichende Versuch selbst einen anschaulichen Maßstab für die relative Kleinheit der Veränderung, z. B.:

VI 2 mm vergrößert. U: Veränderung bei *I*, *II*, *III*.
Dieselbe Darbietung. U: *VI* größer. (K.)

Deutlicher ist die Wirkung, wenn die Erkennung im ersten Fall schon unbestimmt angedeutet ist und durch den zweiten Versuch vervollständigt wird, z. B.:

VI 2 mm vergrößert. U: Veränderung bei *VI*.
Dieselbe Darbietung. U: *VI* größer. (P.)

oder wenn verfälschende Assimilationen beseitigt werden, z. B.:

VI 2 mm kleiner. U: alle Kreise kleiner. (Ein sehr seltenes Urteil.)
Dieselbe Darbietung. U: *VI* kleiner. (Wr.)

Die Beispiele zeigen, wie die erste Darbietung irgend eine Veränderung in der Bewußtseinskonstellation hervorgerufen hat. Mag sie nun assimilativ gar nicht oder falsch oder ungenügend verarbeitet worden sein, so ist sie doch imstande, in ihrer Nachwirkung die Auffassung der zweiten Darbietung zu beeinflussen, so daß jetzt der gleiche Reiz verstärkte Wirkung hervorbringt. Und zwar erfolgt die Beeinflussung nicht im Sinne der ersten falschen oder ungenügenden Erkennung, sondern im Sinne der objektiven Veränderung — woraus man wieder, wenn es noch nötig wäre, die Berechtigung der Unterscheidung von Auffassung und Erkennung erweisen könnte.

II.

Wir wollen jetzt die Auffassung der einzelnen Veränderungen besprechen, und zwar zunächst bei Unwissentlichkeit hinsichtlich der objektiven Veränderung. Mit dieser Einstellung wurde begonnen, weil man nur so Aussicht hatte, aus dem unbestimmten Gesamteindruck die Erkennung der einzelnen Veränderungen in der beschriebenen Weise herauskristallisierin zu sehen.

Die Größenveränderungen wurden leicht und mühelos erkannt; die unterschwelligen Werte unterlagen keinen disparaten Verkennungen, wie auch der Übungseffekt hier am geringsten war. Einen Wert für die absolute Schwelle anzumerken, wäre überflüssig. Nur soviel, daß die Werte sowohl nach ihrer absoluten Größe wie nach ihrem Verhältnis zum Durchmesser des veränderten Kreises die ab-

soluten Veränderungsschwellen, die wir am einzelnen Kreis erhielten, ganz bedeutend übertrafen. Was wir aber mit unseren absoluten Schwellenziffern jetzt schon vornehmen können, ist eine Vergleichung der Schwellen für die Vergrößerung und Verkleinerung desselben Kreises; wir hatten ja die Vergleichbarkeit der absoluten Schwellen für Veränderungen desselben Elementes in gleicher Hinsicht zugelassen. Zwischen den Vergrößerungs- und Verkleinerungsschwellen konnte nun kein solcher Unterschied wie oben beim einfachen Kreis aufgefunden werden. Die Erklärung dafür finden wir, wenn wir die Auffassung der Größenveränderungen qualitativ betrachten. Diese geschieht nämlich derart, daß unter den sechs Kreisen simultane Relationen hergestellt werden, deren Veränderungen die Größenveränderungen auffassen helfen. Diese Relationen wurden von den Vp. teilweise selbst bemerkt; sie erklärten, wie sie sich in der Größenauffassung in dem Maße sicherer fühlten, als sie die Kreise untereinander in Beziehung gesetzt hätten, etwa zu Gruppen von je zwei. Wenn man die Vp. aufforderte, sich von diesen Relationen frei zu machen, erklärten sie dies für unmöglich. Objektiv zeigte sich dieses in Beziehung Setzen gelegentlich im Inhalt der Urteile: »*VI* kleiner, gleich *I*« — »*II* und *III* ähnlicher, sodaß *II* größer« — »*VI* und *V* ähnlich groß« — vor allem aber zeigte es sich in Kontrastwirkungen. Man nehme die Beispiele:

III. Kreis 4 mm verkleinert. U: *III* kleiner, *IV* und *II* größer.
VI. Kreis 2 mm größer. U: *V* kleiner, *VI* größer. (K.)

Gerade bei den Größenveränderungen waren Kontrastwirkungen außerordentlich häufig. So konnte es vorkommen, daß die Verkleinerung von *III* durch ganze Versuchsstunden hindurch als gleichzeitige Vergrößerung von *II* beurteilt wurde. Ja gelegentlich wurde gar nur die Kontrastwirkung aufgefaßt, wie in folgenden Beispielen:

II. Kreis 1 1/2 mm vergrößert. U: *III* verkleinert. (W.)
IV. Kreis 2 mm vergrößert. U: *V* verkleinert. (B.)

Dies beweist, wie im Komplex die Auffassung der Größe eines Kreises durch außerhalb liegende Beziehungspunkte apperzeptiv gestützt wird. Durch diese Beziehungen hört sie aber nicht auf, als individuelles Merkmal dem einzelnen Kreise zuerteilt zu werden. Denn eine Größenveränderung wird nur in ganz seltenen

Fällen auf die einbezogenen Nachbarkreise angleichend ausgedehnt, wirkt dagegen sehr häufig kontrastierend. Diese Unterstützung der Größenauffassung mag nun der Verkleinerung so sehr zugute kommen, daß sie gegen die Vergrößerung nicht mehr benachteiligt erscheint.

Die Lage wird noch weit mehr als die Größe relativ und ihre Änderung als Änderung der Lagebeziehungen aufgefaßt. Dies zeigte sich schon in den unbestimmten Urteilen. Angaben wie »Änderung zwischen *VI* und *III*«, »*I* und *II* einander genähert«, »*VI* nach innen oder *V* nach außen verschoben«, »*I VI V* nähern sich der geraden Linie« waren durchaus die Regel. Wie man sieht, besteht die Unbestimmtheit darin, daß man nicht weiß, auf welchen Kreis man die Veränderung beziehen soll. Man hat lediglich die Veränderung einer Lagerelation aufgefaßt, welche die einbezogenen Kreise gleicherweise in Mitleidenschaft gezogen hat. Falsche Urteile entstehen dann in der Regel dadurch, daß die nähere Beziehung auf den unveränderten Kreis geschieht, z. B.:

Kreis *V* 3 mm zu Kreis *VI* verschoben. U: *VI* an *V* genähert. (Sp.)

Kreis *VI* 2 $^1/_2$ mm nach außen geschoben. U: *V* nach innen verschoben. (Wr.)

Kreis *I* 1 mm nach außen geschoben. U: *VI* nach innen geschoben. (B.)

Diese Lagebeziehungen verleihen dem Zwischenraum zwischen den Kreisen erhöhte apperzeptive Bedeutung, sodaß ein Urteil zustande kommen kann wie:

Kreis *VI* 1 mm nach außen geschoben. U: Der innere Zwischenraum größer. (S.)

Daß die absoluten Schwellen für die Lageveränderungen denen für die Größenänderungen ziemlich gleich waren, sei nur angemerkt, ohne daraus irgend welche Schlüsse zu ziehen. Dagegen können wir wieder die Schwellen für die richtungsverschiedenen Veränderungen desselben Elementes vergleichen. Diese sind nämlich nicht gleich. Betrachten wir z. B. die Kreise *VI* und *V*. Bei *VI* ist der Wert für die Innenverschiebung (Mittelwert 2 $^1/_4$ mm) deutlich kleiner als für die nach außen (3 mm), bei *V* gerade umgekehrt (3 $^1/_2$ mm für die Innenverschiebung gegen 2 $^1/_2$ für die Außenverschiebung). Die Kreise sind nach Größe, Helligkeit und Lage im Sehfeld einander so ähnlich, daß man hier kaum eine Ursache dieser Verschiedenheit

finden könnte. Die Kreise erscheinen aber sofort verschieden, wenn man ihre Stellung im Komplex ansieht. *VI* steht dem Zentrum ziemlich nahe und bildet mit *I* und *V* eine nur schwach gekrümmte Kurve. Eine geringe Einwärtsverschiebung wird (teilweise bewußt) als Annäherung an die gerade Linie empfunden, während eine Steigerung der Krümmung durch eine Auswärtsverschiebung viel schwerer ermessen werden kann. Umgekehrt bildet der *V.* Kreis mit *IV* und *VI* eine ziemlich gekrümmte, schwer zu bestimmende Kurve. Eine Verringerung dieser Krümmung wird nicht sofort bemerkt; dagegen erscheint eine Vergrößerung des so wie so schon als zu groß empfundenen Abstandes leicht als eine Abtrennung, ein Verlust des Kreises. Diese Erklärung geht davon aus, daß jeder Kreis mit den benachbarten Kreisen zu einem Kurvenstück zusammengefaßt wird. Tatsächlich wurden bewußt die sechs Kreise zu einer Gesamtkurve, einem bei *I* etwas zugespitzten Kreise zusammengefaßt. Freilich nicht unbedingt; es konnten die Kreise gelegentlich auch in zwei Gruppen, etwa *V*, *VI*, *I* und *II*, *III*, *IV* auseinandertreten. Dies beweist nur, daß die Absicht, deutliche und zwingende Einheitsbildungen zu vermeiden, einigermaßen gelungen ist. Die Zusammenfassung der Elemente zur Kreislinie bewirkt nun offenbar eine Veränderung der Klarheitsverteilung derart, daß eine Störung des Kreisumrisses empfindlicher bemerkt wird, als die Bejahung der idealen Kreislinie. Es ist die unmittelbare Folge davon, wenn die Verschiebungen in Richtung der Peripherie apperzeptiv benachteiligt sind gegen die in radialer Richtung. Diese Benachteiligung beschränkte sich allerdings vornehmlich auf die ersten Erkennungen, die oft ganz außerordentliche, stundenlange Schwierigkeiten bereiteten. Durch Übung sank dann die Schwelle etwa auf die Höhe der anderen Verschiebungen.

Die Helligkeitsauffassung endlich zeigte wieder starke individuelle Differenzen und einen großen Übungseinfluß; die Vp. mußten meist erst durch besondere Vorversuche auf Helligkeitsveränderungen eingeübt werden. Uns interessiert hier mehr die qualitative Seite der Auffassung. Da ist wichtig, daß sie so gut wie ganz ohne simultane Relationen erfolgte. Dafür ist, außer dem Mangel von Erscheinungen analog den besprochenen, auch folgendes Beweis: Es wurden Versuche gemacht, bei denen sämtliche Kreise gleichmäßig aufgehellt

wurden. Diese Veränderung wurde bei geringen Graden als Aufhellung eines oder einiger weniger Kreise beurteilt, — was uns später noch von anderem Gesichtspunkte aus interessieren wird. Hier ist wichtig, daß diese Beurteilung bei Veränderungen auftrat, die nicht größer waren als die richtig aufgefaßten Veränderungen am isoliert veränderten Kreise. Wäre die Aufhellung des einzelnen Kreises als relatives Hervortreten gegen andere aufgefaßt worden, so hätte sie jetzt, wo die Beziehung bietenden Kreise mit aufgehellt wurden, nicht erkannt werden können.

Noch mag erwähnt sein, daß die assimilative Verwandtschaft zwischen größer und heller wieder deutlich zu beobachten war.

Transpositionen. — Die letztbesprochene Veränderung führt uns unmittelbar auf Variationen, bei denen die absoluten Merkmale gleicherweise verändert wurden, so daß ihre Relationen und ein etwa sich hieraus ergebendes Ganze erhalten blieben (Transpositionen). Daß hierbei die Veränderung der Gesamthelligkeit wenig Ausbeute versprach, ist schon erwähnt worden; wir werden noch darauf zurückkommen. Am aussichtsreichsten war offenbar eine Veränderung in der Hinsicht, die den größten Relationenreichtum aufwies, also eine Lagetransposition. Nun hätte aber eine einfache Gesamtverschiebung offenbar alle die Einflüsse der Blickschwankungen und die Inkonstanz aufgewiesen, die wir am einfachen Objekt kennen gelernt haben. Dahin angestellte Versuche ergaben auch eine große Streuung der Resultate, bis der schon erwähnte und noch zu rechtfertigende Fixationspunkt mit ins Bild hineingenommen wurde und so die Verschiebung wieder relativ gemessen werden konnte. Dies wurde alles vermieden, wenn als Transposition eine Drehung um den Mittelpunkt gegeben wurde. Sie fand keine Anhaltspunkte, auch nicht in dem Spiegel- und größeren Papierausschnitt (*S* und *P* der Fig. 2), welche mit gutem Grunde kreisrund gemacht worden waren. Diese Veränderung machte, obwohl die Verschiebungen einzelner Kreise längst eingeübt waren, als sie gezeigt wurde, zunächst den Eindruck völliger Fremdheit. Man hatte das Bewußtsein einer bedeutenden Veränderung, ohne sie bestimmen zu können. Öfters wurde sie als Verschiebung von *V* bezeichnet — wohl weil der Kreis *V* als der entfernteste durch die Drehung am weitesten verrückt wird — aber stets mit dem Gefühl, daß der Veränderung nicht genügt sei und

daß man für die Integrität der übrigen Kreise gewiß nicht einstehen könne. Diese Unbestimmtheit konnte durch mehrere Versuchsstunden erhalten werden, trotz großer Veränderungen (bis 5 mm mittlere periphere Verschiebung). Als endlich die Erkennung gefunden war, sank die Schwelle rapid und befestigte sich auf einen Wert, wie er ungefähr für die Verschiebung eines Kreises erhalten worden war (2 mm). Obwohl also die Veränderung den bereits geübten qualitätsgleich war, zeigte ihre Auffassung ihren eignen Übungsverlauf. Damit ist die Auffassung einer Mehrheit als eines Ganzen erwiesen als eine qualitativ eigne Art der Apperzeption, die der Auffassung einer Mehrheit in ihren einzelnen Elementen, als einer Vielheit, selbständig gegenübersteht und anscheinend gleiche Präzision besitzt (wenn man überhaupt die Vergleichbarkeit zugestehen will). Jedenfalls sank die Schwelle nicht etwa auf $^1/_6$, weil sich die Veränderung aus der 6fachen »Netzhautreizung« aufgebaut hätte, sie stieg auch nicht auf das 6fache, weil jetzt 6 Veränderungen konkurriert hätten. Eine Konkurrenz fand überhaupt nicht statt, vielmehr wurden die Merkmale absorbiert zu einem Ganzen, das einem Element etwa apperzeptiv gleichwertig war[1]). Für diese Absorption lernen wir die neue Bedingung, daß ihr das Subjekt durch »Einheitsapperzeption« entgegenzukommen hat, während sie durch »Einzelapperzeption« bis zu gewissem Grade vernichtet werden kann.

III.

(Zum folgenden Tab. V—VII.)

Unsere Methode führt uns jetzt auf die Schwellen bei wissentlicher Beachtung der anzustellenden Veränderung. Diese Beachtung durfte natürlich nicht dazu verführen, durch Verlegung der Gesichtslinie nach dem zu verändernden Element die Stellung des Auges und dadurch die peripheren Bedingungen zu verändern. Um die alte Augenstellung beizubehalten, diente der oben S. 451 erwähnte Fixationspunkt. Dieser war auf der Scheibe *S* mit Tinte angebracht. War der Durchblick verdeckt, so war er von vorn beleuchtet und erschien deutlich schwarz auf dem gespiegelten hellen Hintergrunde;

[1]) Man kann hier denken an Lipps' »Gesetz der quantitativen Identität«, Quantitätsaufsatz a. a. O. p. 390.

ging der Spalt vorüber, so wurde er gleichzeitig von hinten beleuchtet und verschwand unter den hellen Kreisen, deren Auffassung er gar nicht störte. Die Vp. erhielt nun den Auftrag, die Blicklinie auf diesen Punkt festzuhalten und lediglich den inneren Blickpunkt auf das zu verändernde Element zu verlegen. — Die wissentlichen Schwellen senkten sich allenthalben gegen die unwissentlichen; die Verhältnisse zeigten eine ziemlich große Variationsbreite, wie es bei der Labilität der Aufmerksamkeitsverteilung über einen so großen Komplex nicht anders zu erwarten war. Die Streuung war aber nicht so groß, daß sie die Unterschiede der Beachtung der verschiedenen Dimensionen verwischt hätte.

Zunächst waren bei den Größen- und den Lageveränderungen die Mittelwerte der Verhältnisse $\frac{\text{Wiss.}}{\text{Unwiss.}}$ so gut wie völlig gleich; sie betrugen 0,37 für die Größenänderungen und 0,36 für die Lageänderungen. Der am einfachen Objekt konstatierte so große Unterschied ist verschwunden, weil die Lageauffassung ebenso wie die Größenauffassung zu einer Auffassung der räumlichen Verhältnisse geworden ist. Darum ist auch die angegebene Verhältnisziffer für die Lageänderung mit der am einfachen Objekt erhaltenen schlechthin unvergleichbar. Die Verhältniszahl für die Größenauffassung zeigt am Komplex eine deutliche Erniedrigung gegen die am einfachen Objekt. Dies beweist, wie die Größenauffassung eines Objektes durch den Zusammentritt mit anderen apperzeptiv leidet, und dies beweist wiederum, daß die Größenmerkmale in Konkurrenz treten und also individuelle sind. Zugleich bestätigt die Gleichheit der Verhältnisse für die Vergrößerungen und die Verkleinerungen die oben aus den absoluten Schwellen gezogenen Schlüsse. Dagegen stellt sich die Verschiedenheit der Schwellen in den Verhältniswerten nicht ein bei den oben S. 466 besprochenen verschiedenen Lageverschiebungen von *V* und *VI*, vielmehr sind die Verhältnisse ungefähr gleich. Das ist nur dadurch möglich, daß die wissentlichen Werte dieselbe Verschiedenheit aufweisen wie die unwissentlichen. In der Tat betragen die Mittelwerte für

	die Auswärtsverschiebung	Einwärtsverschiebung
von *V*	0,7	1,1
von *VI*	0,8	0,7

Dies besagt also, daß die Faktoren, welche die Verschiedenheit bei der unwissentlichen Auffassung bedingen, bei der wissentlichen bestehen bleiben. Wenn wir diese in den Beziehungen zu den anderen Elementen des Komplexes fanden, so müssen sie also bei der Einengung teilweise fortdauern. Und in der Tat lehrt die Selbstbeobachtung, daß durch Einengung auf 1 Element dieses kein isoliertes, seine Lageauffassung keine absolute wird. Vielmehr nehmen wir die Beziehungen zu den nächsten Elementen in den eingeengten Beachtungskreis mit hinein, und deren verschiedene Nähe bewirkt dann die verschiedene Schärfe der Auffassung.

Gegen die Verhältniszahlen für die Größen- und Lageänderungen ist die für die Helligkeitsänderungen erhöht, sie beträgt 0,58. Das heißt, daß der Einengungseffekt für die Helligkeitsveränderungen geringer und daß die Helligkeitsauffassung eines Elements bei Beachtung des ganzen Komplexes von der bei spezieller Einschränkung weniger verschieden ist. Dies Resultat werden wir sofort verstehen, wenn wir uns der Art der Helligkeitsauffassung erinnern. Wir hatten gefunden, daß sie auch im Komplex wesentlich eine absolute[1]) ist. Die 6 Helligkeiten bilden keinen »Helligkeitsakkord«, hinter dessen Intervallverhältnissen die absoluten Helligkeitsgrade apperzeptiv zurückträten; sie bilden höchstens einen mittleren Helligkeitseindruck, wie die verschiedenen Töne eines Akkords den Eindruck einer mittleren Tonlage. (Wenn wir zwei Transpositionen eines Intervalles auf ihre Tonhöhe vergleichen, so vergleichen wir nicht jeden Ton der ersten mit jedem Ton der zweiten, sondern wir sagen, das erste Intervall sei höher als das zweite. Erst bei genauerer Schätzung der Differenz wird die Tonhöhe der dominierenden Elemente maßgebend.) Wenn also die Helligkeitsmerkmale kaum zu einem Ganzen zusammenfließen, das die individuelle Bestimmtheit absorbierte, so bleiben umgekehrt der individuellen Beachtung keine Relationen aufzulösen; darum wird sich die Präzision bei wissentlicher Beachtung verhältnismäßig wenig gegen die bei Beachtung des Ganzen erheben.

Wie wir die Verhältnisse für die verschiedenen Qualitäten mit-

---

[1]) Natürlich nicht absolut in dem Sinne, daß die Beziehungen zum Hintergrund und zur Gesamthelligkeit fehlten. Wesentlich ist die mangelnde Einheitsbildung mit den Helligkeitsgraden der anderen Kreise.

einander verglichen haben, so könnten wir auch die Schwellenverhältnisse der einzelnen Elemente für jede gemeinsame Veränderung aneinanderhalten. Hier aber finden wir keine Verschiedenheit, die die Variationsbreite für dieselbe Veränderung desselben Elementes wesentlich überschritte (und dies war die verschwiegene Bedingung dafür, daß wir oben einen Mittelwert aus den Schwellen der 6 Kreise für jede Veränderungsdimension ziehen durften). Dies beweist, daß es gelungen ist, die Kreise ziemlich apperzeptiv gleichwertig nebeneinander zu stellen. Damit ist nicht behauptet, daß die Kreise in jedem einzelnen Apperzeptionsakt gleicherweise apperzeptiv betont seien. Denn die Mittelwerte würden etwaige Schwankungen des apperzeptiven Gleichgewichts nicht ausdrücken, da diese durch die große Zahl der zugrunde liegenden Einzelergebnisse eliminiert werden. Daß aber solche Schwankungen vorkommen, das könnte schon die Variation der einzelnen Verhältnisziffern wahrscheinlich machen. Aber mitunter waren ungleichmäßige Apperzeptionsverteilungen direkt nachweisbar, und zwar so stark, daß sie als fehlerhaft bezeichnet werden mußten. Wir haben ja schon bei Besprechung der Versuchspraxis erwähnt, daß gelegentlich durch allzuhäufige Darbietung ein- und derselben Veränderung im unwissentlichen Verfahren der Beobachter, ihm selbst unbewußt, zur bevorzugenden Beachtung der betreffenden Veränderungsqualität verleitet werden kann. Fast noch leichter ist der Beobachter geneigt, am Komplex einen einzelnen Kreis zu akzentuieren, wenn er ihn häufiger verändert gesehen hat. Dies scheint eine Neigung zu beweisen, in dem Komplex einen apperzeptiven Schwerpunkt herzustellen. Denn andernfalls, wenn die Einengung auf einen Kreis nur mit Anstrengung geleistet werden könnte, müßte der Beobachter froh sein, die ihm durch die Stauung aufgezwungene Einengung bei der nächsten Darbietung wieder los werden zu dürfen.

Um jedoch diese Neigung zu apperzeptiver Bevorzugung näher zu untersuchen, wurden eigene Versuche angestellt. Es galt dazu eine Veränderung aufzufinden, welche alle Kreise gleichmäßig betraf und doch an jedem Kreis individuell aufgefaßt wurde. Als solche ergab sich die schon erwähnte Aufhellung aller Kreise. Diese wurde als allgemeine Aufhellung erst erkannt bei sehr hohen Werten, die die Erhellungsschwelle des ungünstigsten Kreises übertrafen oder ihr

mindestens gleich kamen. In den weitaus meisten Fällen wurde nur ein oder seltener ein paar Kreise als aufgehellt angegeben. Und zwar nicht etwa mit dem Gefühl, die Veränderung dadurch nicht zu erschöpfen, wie wir es oben fanden, als die Drehung als Verschiebung des *V.* Kreises beurteilt wurde; vielmehr trat der angegebene Kreis vor den anderen deutlich hervor, so daß die Vp. sehr erstaunt waren, wenn man ihnen verriet, daß die anderen Kreise ebenso aufgehellt worden seien. Im folgenden stelle ich die Urteile aus 123 Versuchen zusammen, welche über zahlreiche Versuchsstunden mit den verschiedensten Beobachtern verstreut wurden. Allen war die für einen Kreis übermerkliche Gesamtaufhellung im unwissentlichen Verfahren gemeinsam. Dabei wurden gefällt die Urteile:

I	heller	12 mal
II	»	7 »
III	»	1 »
IV	»	11 »
V	»	6 »
VI	»	25 »
Also 1 Kreis heller		62 mal

ferner *VI*	und	*II*	heller	11 mal
VI	»	*I*	»	6 »
VI	»	*V*	»	4 »
VI	»	*IV*	»	3 »
I	»	*IV*	»	3 »
I	»	*II*	»	3 »
II	»	*III*	»	1 »
II	»	*IV*	»	1 »
VI	»	*III*	»	1 »
IV	»	*V*	»	1 »
Also 2 Kreise heller				34 mal.

Ferner: 3	Kreise	heller	14 mal
4	»	»	7 »
5	»	»	1 »
Unbestimmte Aufhellung			5 »

Hier beweist zunächst die Tatsache, daß jeder Kreis als aufgehellt genannt wurde, daß die Aufhellung an allen Kreisen merklich

war, — wenn sie auch bei den verschiedenen Kreisen nach Maßgabe der Größe, Ausgangshelligkeit usw. verschieden auffällig war, wie aus der verschiedenen Häufigkeit der Nennung hervorgeht. Wenn also jedenfalls die Aufhellung an jedem Kreis wahrnehmbar war, so wurde sie doch selten an allen Kreisen zumal aufgefaßt, sondern am häufigsten an einem einzigen, und an je mehr Kreisen je seltener. Man sieht daraus, wie mehrere selbständige Inhalte wenigstens in ihren konkurrierenden Merkmalen kaum apperzeptiv gleicherweise bewältigt werden können; wie vielmehr die Neigung besteht, apperzeptive Schwerpunkte auszubilden. Wenn also der Apperzeptionsumfang auf 5 oder 6 Einheiten angegeben wird, so ist eine solche Bestimmung recht unvollkommen; denn wenn mehrere selbständige Inhalte als apperzeptiv gleichwertig auftreten, so heißt das weniger, daß sie im simultanen Apperzeptionsakt gleichwertig vertreten sind, als daß sie gleicherweise befähigt sind, vor den anderen zumal apperzipierten den augenblicklichen Vorrang zu erringen. Natürlich wird im einzelnen Apperzeptionsakt die Rangverschiedenheit um so größer sein, je größer die Zahl der zumal apperzipierten Elemente ist. Von diesem Gesichtspunkt aus erscheint in unseren Versuchen die Zahl 6 vielleicht etwas hoch gegriffen, da sie eine recht große Streuung bewirkte.

Aus der erörterten Neigung der Apperzeption, in dem Relief der Bewußtseinsgrade eines in toto aufgefaßten Komplexes jeweils einen höchsten Gipfel herzustellen, erklärt sich auch die umfassende Rolle, die das »herrschende Element« in allen psychischen Verbindungen spielt. Das oftmals nur geringe Plus an Intensität usw. könnte nicht die Regelmäßigkeit erklären, mit der ein herrschendes Element ausgesondert wird; die Ursache hierfür ist vielmehr in der besonderen Eigenschaft des Bewußtseins zu suchen, jeweils einen höchsten Gradgipfel herzustellen.

IV.

Die Einschränkung, der wir uns bedienten, um die wissentlichen Schwellen zu erhalten, ist nun aber eine doppelte, eine qualitative und eine räumliche. Offenbar sind hier vereinigt die beiden psychischen Besonderungsweisen selbständiger und abstrakter Teilinhalte, oder wie die alte Philosophie sagte, die distinctio naturae

und die distinctio rationis. Für unsere Aufgabe, die abstrahierende Apperzeption nicht nur in ihren generellen, sondern auch in ihren speziellen Eigenschaften zu beschreiben, muß es wichtig sein, diese beiden Einengungskomponenten zu isolieren. Dazu wurden Schwellenbestimmungen vorgenommen, während derer die Vp. einmal auf eine bestimmte Hinsicht aller Kreise, das andere Mal auf einen bestimmten Kreis in allen Hinsichten zu achten beauftragt war. Das Interesse an dieser Einstellung und die partielle Unwissentlichkeit wurde dadurch aufrecht erhalten, daß das erste Mal mehrere Kreise in der angewiesenen Qualität, das zweite Mal der zu beachtende Kreis in mehreren Qualitäten verändert wurden. Diese partiellen Einschränkungen erschienen subjektiv durchaus als durchführbar. Die oben besprochenen qualitativen Verschiedenheiten der Auffassung der abstrakten Dimensionen traten jetzt noch deutlicher hervor; so wurde die Lagebeachtung erlebt als eine apperzeptive Hebung der Zwischenräume. Die Einengung auf einen Kreis wurde als Erleichterung gefühlt.

Die objektiven Resultate zeigten mit absoluter Regelmäßigkeit, wie die Schwellen bei dieser teilweisen Einengung zwischen die im unwissentlichen und die im vollständig wissentlichen Verfahren gewonnenen Werte zu liegen kamen. Und zwar waren die bei geometrischer Einengung gewonnenen Werte stets kleiner als die bei qualitativer Einengung. Eher bestand Gefahr, daß die Werte qualitativer Beschränkung mit den ganz unwissentlichen und die räumlicher Beschränkung mit den vollständig wissentlichen, als daß die beiden partiell wissentlichen Schwellen miteinander zusammenfielen. Die einzelnen Werte entnehme man aus den Tabellen VIII-X. Natürlich war es bei unserer Versuchspraxis sehr schwierig, in einer Versuchsstunde überhaupt vier Schwellen abzuleiten und gar vier Schwellen derselben Veränderung bei verschiedener Einstellung, wo die häufige Wiederkehr derselben Variation ganz besonders zu fehlerhafter Einengung verführen mußte. Darum mußte öfters bei der dritten Schwelle abgebrochen werden, wenn dem Beobachter die Veränderung, durch häufige Nennung vielleicht noch mehr als durch häufige Auffassung, besonders aufgefallen war. Übrigens waren diese Versuche nach einstimmigem Zeugnis aller Vp. so schwierig, daß häufig schon nach einer halben Stunde die Reihe wegen Er-

müdung abgebrochen werden mußte. Wenn die fehlende Schwelle in einer bald folgenden Stunde nachgeholt werden konnte, die etwa demselben Übungsstande entsprach, so ist der Wert in Klammern gesetzt. Übrigens wurde hier darauf verzichtet, die Verhältnisse der Werte beizusetzen, weil die Größenfolge der absoluten Werte mindestens ebenso anschaulich ist wie die Verhältnisziffern. Zudem würde bei diesen feineren Verhältnissen der verfälschende Einfluß der etwas groben Veränderungsstufen sehr fühlbar geworden sein. Und schließlich wären, da immer vier zusammengehörige Werte gegeben, mehrere Reduktionen gleichberechtigt gewesen, was schließlich zur Spielerei geworden wäre.

Auf jeden Fall lehren unsere Resultate für das gegenseitige Verhältnis der räumlichen und der abstrahierenden Besonderung zunächst, daß sie beide untereinander vergleichbar sind, da sie beide mit Erfolg derselben methodischen Behandlungsweise unterworfen werden können, und daß die räumliche Einengung die subjektiv leichtere und objektiv wirksamere ist.

V.

Die Kehrseite dieser Verhältnisse durfte man zu beobachten erwarten in den Bewußtseinsgraden der Merkmale, welche bei diesen partiellen Einschränkungen gerade vernachlässigt waren. Gewährte die Einengung auf die abstrakte Qualität den geringeren Zuwachs an Bewußtheit, so mußte sie den unbeachteten Merkmalen ein geringeres Teil entziehen, als die räumliche Einengung. In der Tat zeigten die objektiven Resultate (vergl. Tab. XI-XIII.), daß bei Beachtung einer Qualität die Veränderungen in einer der unbeachteten Qualitäten apperzeptiv nur relativ wenig benachteiligt waren. Die Schwellen, die bei der Einengung gewonnen wurden, stiegen zumeist gegen die unwissentlichen, gelegentlich blieben sie in derselben Höhe; das Verhältnis $\frac{\text{Wiss.}}{\text{Unwiss.}}$ bildete also hier einen unechten Bruch mit dem Grenzfall 1. Der Betrag dieses Bruches stieg in seinen extremen Werten bis auf 2; sein Mittelwert bewegte sich um 1,2 und 1,3. Jedenfalls war der Wert für die unbeachteten Veränderungen stets kleiner als der reziproke Wert der Verhältnisse für die beachteten Veränderungen.

Ungleich energischer stiegen die Schwellen für die unbeachteten Veränderungen, wenn die Aufmerksamkeit durch räumliche Einengung entzogen war. So ergab sich z. B. bei Beachtung des Kreises *I* für die Aufhellung des unmittelbar benachbarten Kreises *II* eine Schwelle von $^{71}/_{100}$ gegenüber der unwissentlichen Tagesschwelle von $^{31}/_{100}$ (Sp.); für die entfernteren Kreise aber waren bei Beachtung eines einzigen zur Merklichkeit so große Veränderungen erforderlich und war die Streuung so groß, daß eine Schwellenbestimmung, wenigstens im Rahmen der vorhandenen Anordnung, nicht angängig war. Man könnte nun geltend machen, daß die Einengung auf einen der sechs Kreise mit der auf eine Veränderungsqualität quantitativ nicht vergleichbar sei. Denn der Veränderungshinsichten seien nur drei an der Zahl, und wenn man die Lage- und Größenänderungen als enger verwandt betrachten will, käme man nur auf zwei wesentlich verschiedene Einstellungen: kein Wunder, daß dagegen die Einengung auf einen der sechs Kreise als auf einen viel kleineren Teil des unwissentlichen Bestandes wirkungsvoller sei. Um hier vergleichbare Verhältnisse herzustellen, wurden Versuche vorgenommen, bei denen die Einengung sich nur auf die Hälfte der Kreise erstreckte und dem Beobachter aufgegeben war, die Kreise *I*, *VI* und *V* zu beachten. In den Resultaten dieser Versuche (Beobachter W. und K.) prägte sich deutlich die Verschiedenheit aus, die den Kreisen der beiden Hälften in der subjektiven Einstellung zugewiesen war. Während nämlich die Schwellen für die beachteten Kreise nahe an die vollständig wissentlichen Werte herankamen, stiegen die Werte für die unbeachteten Kreise wieder außerordentlich. So ergab sich für die Kreise *II*, *III*, *IV* eine Aufhellungsschwelle von bezw. $^{26}/_{100}$, $^{20}/_{100}$, $^{24}/_{100}$, gegen eine Tagesschwelle im wissentlichen Verfahren von $^{6}/_{100}$ (W.) Von Vergrößerungen wurden solche bis zu 4 und 5 mm des Durchmessers nicht bemerkt. Noch stärkere Vergrößerungen im unbeachteten Gebiet wurden als Aufhellungen (»heller Fleck«) bezeichnet; die Vergrößerung wirkte also lediglich durch die Helligkeitsmasse, und das veränderte Objekt war im Normalkomplex zu schwach vertreten und die Veränderung zu groß, als daß die assimilative Verarbeitung als »Vergrößerung« hätte hergestellt werden können. Verkleinerungen konnten so stark erfolgen, daß ein Kreis, mitunter sogar zwei Kreise objektiv vollständig ausgelöscht werden

konnten, ohne daß es der Beobachter bemerkte. Daraus darf gewiß nicht geschlossen werden, daß die Kreise, welche doch alle noch im Gebiet des deutlichsten Sehens lagen, psychisch nicht vorhanden gewesen wären. Doch war ihr Bewußtseinsgrad so herabgesetzt, daß ihre Existenz leicht assimilativ substituiert werden konnte. Diese assimilative Substitution wurde mit zahlreichen Beobachtern versucht; sie gelang regelmäßig, wenn nur die Unwissentlichkeit vollständig war. War diese dagegen nur in der Weise verletzt, daß die Vp. überhaupt wußte, daß gelegentlich Auslöschungen eines Kreises vorkommen konnten — etwa dadurch, daß man es mitgeteilt hatte, oder daß man einmal alle drei Kreise ausgelöscht hatte, was stets bemerkt wurde — so wollte der Versuch in derselben Stunde nicht wieder gelingen. Dies beweist zunächst, was schon immer betont wurde, daß der Erfolg eines solchen Versuches von sämtlichen vorangegangenen abhängig ist, ferner daß eine «geflissentliche» Nichtbeachtung oder ein Interesse an unbeachteten Inhalten eben für ihre Unbeachtetheit bereits eine geringe Steigerung ihrer apperzeptiven Geltung bewirkt, und endlich, daß eine assimilative Substitution eines Teiles eines sinnlich gegebenen Inhaltes einen gewissen minimalen Bewußtseinsgrad des zu ersetzenden Teiles voraussetzt. — Die Lageverschiebungen endlich waren verschieden günstig gestellt je nach dem räumlichen Verhältnis, das sie zu den beachteten Kreisen einnahmen. So wurde für die Verschiebung des unmittelbar benachbarten Kreises *II* nach *I* zu, also zu dem beachteten Komplex, bereits eine Verschiebung um $2\frac{1}{2}$ mm als ebenmerklich bestimmt. Für die Lageänderungen von *III* ergab sich für die Einwärtsverschiebung im Mittel ein Schwellenwert von 6 mm, wobei der Kreis dem beachteten Gebiet schon beträchtlich genähert wurde; nach außen konnte er vollständig aus dem Expositionsgebiet entfernt werden, ohne daß der Verlust bemerkt worden wäre. Interessanter noch gestalteten sich die Lageverschiebungen in Richtung des Umrisses. Hier konnte der *IV.* Kreis dem *III.* bis über 7 mm genähert werden, ohne daß es bemerkt worden wäre; bei 8 mm Verschiebung gab der Beobachter an, es sei ein «neues Objekt» unter den alten aufgetaucht. Dies zeigt aufs schönste, wie die unbeachteten Kreise in nur so geringem Grade vorhanden waren, daß für assimilative Verfälschungen Platz gegeben war; das Verschwinden der Helligkeit

an der durch die Verschiebung verdunkelten Stelle wurde hier wie vorhin so wenig bemerkt, daß der Kreis ohne weiteres assimilativ substituiert wurde; die Aufhellung vorher dunkler Stellen aber war so auffällig, daß sie einen relativ großen Apperzeptionsgrad erreichte. Die Auffassung, die die aufgehellte Stelle durch ihre objektive Veränderung erwirkte, war aber nicht so präzise, daß nun das ganze unbeachtete Gebiet verdeutlicht und durch Beziehung der jetzt erhellten auf die vorhin aufgehellte Stelle die Erkennung als Verschiebung hergestellt worden wäre; vielmehr blieb die assimilative Ersetzung neben dem «Apperzeptionsimpuls», der von der benachbarten Stelle ausging, bestehen. Der aufgehellte Fleck gelangte neben dem assimilativ ausgebessertem Bestande des Normalkomplexes zur Apperzeption, und dadurch wurde wieder die Eindrucksfähigkeit der Veränderung erhöht, da sie jetzt eine Bereicherung des Komplexes in der Zahl der Objekte darzustellen schien.

Allgemein lehren diese Versuche über das gegenseitige Verhältnis von räumlich und von abstrahierend heraushebender Apperzeption folgendes: Die Apperzeption hat in sehr starkem Maße die Fähigkeit der räumlichen Einengung. Die räumlich abgeschiedenen Gebiete werden (abgesehen vom unmittelbaren Grenzbereich und von Punkten, welche Beziehungen zur Erfassung der zu apperzipierenden Inhalte bieten) außerordentlich vernachlässigt. Aus dieser Energie der Einengung folgt sofort, daß die beachteten Gebiete gemäß der Reziprozität von Intensität und Umfang der Apperzeption eine starke Gradsteigerung erfahren. — Doch soll hier nochmals ausdrücklich angemerkt werden, daß diese subjektiv so relativ leichte und objektiv wirksame räumliche Einengungsfähigkeit der Apperzeption nur für das visuelle Gebiet behauptet werden soll.

Die abstrahierende Einengung dagegen stellt in außerordentlich viel kleinerem Grade eine Abwendung von den unbeachteten Qualitäten dar, und diese Abwendung ist stets geringer als die Zuwendung zu den beachteten Teilinhalten. Das heißt also, daß die Gradsteigerung durch die abstrahierende Heraushebung nur ungenügend durch eine Gradsenkung der vernachlässigten Inhalte kompensiert wird; die »Gesamtsumme« ist jetzt größer als bei der rein unwissentlichen Zuwendung, und darauf dürfte es beruhen, daß die abstrahierende Beachtung wenigstens von Qualitäten, deren objektive Eindrucks-

fähigkeit gering ist, oftmals gegenüber der unpointierten Auffassung eine gewisse geistige Anstrengung verlangt. Zugleich zeigen die Tatsachen, wie unrichtig es von Kant war, wenn er das Verb »abstrahieren« negativ verwendet und also den Abstraktionseffekt wesentlich in der Vernachlässigung finden wollte, und wie psychologisch richtig es demgegenüber von Wundt gefühlt war, wenn er die Abstraktion vornehmlich als (positive) aktive Apperzeption bestimmte.

Schluß.

Zum Schluß wollen wir noch einmal die allgemeinsten Ergebnisse in einem weiteren Zusammenhange zeigen.

1. Das Rohmaterial für unsere Analyse erhielten wir durch Vergleichshandlungen, d. h. mit Hülfe der abstrahierenden Stauung. Es ist zu bemerken, daß wir in ihr eine abstrahierende Einengung der Apperzeption kennen lernten, welche ohne aktiven Willensimpuls, lediglich durch den objektiv bedingten Vorstellungsablauf, hervorgerufen wurde.

2. Die Bedingungen dieser Stauung variierten wir dahin, daß wir sie von verschiedenen Aufmerksamkeitseinstellungen, nämlich von unbeschränkter und abstrahierender aus unternahmen. Die abstrahierende Einengung wurde unmittelbar verwirklicht und als eigenartige Apperzeptionsweise erlebt. (Ebenso Külpe loc. cit.)

3. Die verschiedenen Einstellungen bewirkten einen verschiedenen Stauungseffekt. Es zeigte sich so, daß die abstrahierende Beachtung den Grad des beachteten Inhaltes steigert. Dieselbe Leistung der aktiven Abstraktion fand Külpe mit der Reproduktionsmethode in der Weise, »daß die meisten, richtigsten und bestimmtesten Aussagen da stattfinden, wo die Aussagen mit den Aufgaben zusammenfallen« [1]).

4. Der Gradzuwachs infolge dieser abstrahierenden Beachtung war für die verschiedenen Merkmale verschieden. Daraus schlossen wir, da sich Beachtungszuwachs und Eindrucksfähigkeit umgekehrt zu einander verhalten, daß an der unbeschränkten Auffassung die Teilinhalte mit verschiedenem Grade beteiligt sind. So lernten wir die Vorstellung als einen zusammengesetzten Strukturbau kennen.

[1]) a. a. O. S. 61.

Und zwar stellt schon die sogenannte einfache Vorstellung einen solchen Aufbau aus den abstrakten Teilinhalten dar[1]. Beim Zusammentritt solcher einfacher Vorstellungen zu höheren Einheiten kompliziert sich der Bau, indem sich die Klarheitsgrade nach Maßgabe der gegenseitigen Verhältnisse verschieben.

5. Die selbständige und verschiedene Gradbestimmtheit jedes einzelnen abstrakten Merkmals einer einfachen Vorstellung bei unbeschränkter Vorstellung setzt die Lehre von der »einfachen Idee« und die zu ihrer Rettung dienende nominalistische Abstraktionstheorie Humes und der Humeaner ins Unrecht. Zugleich benimmt diese relative Gradselbständigkeit der Abstraktion ihre Besonderheit gegenüber der Apperzeption selbständiger Inhalte. Die Gradverstärkung, die wir als Folge der abstrahierenden Beachtung fanden, erweist die Abstraktion allgemein als Apperzeption. Damit soll ihr ihre spezifische Bestimmtheit als abstrahierende Apperzeption nicht genommen werden. Diese besteht vor allem in der relativ geringen Vernachlässigung der unbeachtet gelassenen Teilinhalte.

6. Als Bedingungen für die Verschiedenheit der Eindrucksfähigkeit ergeben sich zunächst die Übung, wie umgekehrt die selbständige Übungsfähigkeit der Merkmale ihre psychische Selbständigkeit von neuem beweist; ferner der Grad, in welchem die Merkmale höhere Verbindungen eingegangen haben. Die einfachen Merkmale der bloßen Empfindungsqualitäten sind dazu wenig fähig, darum ist ihre Eindrucksfähigkeit, von extremen Intensitäten und Qualitäten abgesehen, wahrscheinlich relativ konstant und gering. Umgekehrt beruht ihre Unfähigkeit zu komplizierteren Einheitsbildungen auf der mangelnden Eindrucksfähigkeit feinerer Gradabstufung. Dagegen sind die extensiven Vorstellungsmerkmale bereits Produkte einer Einheitsbildung, der Verschmelzung. Ihre Auffassung kann bei einfachsten Gebilden außerordentlich fein sein; sie verliert sich in dem Maße, als die Vorstellungen kompliziertere Einheiten eingehen.

7. Die beiden Bedingungen der Übung und Einheitsbildung erklären vereint das psychogenetische Abstraktionsproblem. Das praktische Leben zeigt fast durchweg Vorstellungskomplexe. Die hierin

---

[1]) Es sei wiederholt bemerkt, daß hier nur von der Selbständigkeit der abstrakten Teilinhalte in der phänomenalen Gradbestimmtheit, nicht in der psychischen Realität die Rede ist (oben S. 435).

gegebenen Einheitsbildungen bringen die unwissentliche Verselbständigung der konstituierenden Merkmale hervor, und in so verschiedenem Maße die Merkmale zu solcher Einheitsbildung befähigt sind, wird ihre Auffassung eingeübt. Für diese Einheitsbildungen ist die Ähnlichkeit stets eine Komponente, und in diesem Sinne kann man für das psychogenetische Problem der Lehre der Humeaner einen berechtigten Kern zuerkennen. Doch sind Einheiten mit vorwiegender Ähnlichkeit psychisch nicht allzu eindrucksvoll für die Verselbständigung der ähnlichen Merkmale. Eine viel energischere Einheitsbildung haben wir z. B. in unserer Stauung kennen gelernt.

8. Andere Bestimmungsstücke der Gradverschiedenheit der Merkmale lagen außerhalb unserer Untersuchung. Man denke z. B. an die nur reproduktiv vorhandenen Teile einer Vorstellung, die doch wahrscheinlich nur in geringerem Grade vertreten sind.

9. Die erkannte Gradstruktur der Vorstellung verstattet Ausblicke auf die Natur einer Vorstellung, die einen Allgemeinbegriff repräsentiert. Es erscheint nach der erkannten Labilität der Gradverteilung möglich, daß der Gradanteil der Merkmale einer Vorstellung durch ihre Bedeutungsfunktion verändert wird zu gunsten der »wesentlichen« Merkmale. Eine solche Vorstellung ist dann hinsichtlich der Merkmale, die bei den Exemplaren einer Begriffssphäre differieren, nicht individuell im Sinne deutlicher Bestimmtheit und nicht allgemein im Sinne mehrfacher Bestimmtheit, sondern apperzeptiv unterwertig oder unbestimmt. Wogegen man nicht mit metaphysischen Argumenten wider die unbestimmte Vorstellung polemisiere.

10. Daß wir aber überhaupt unsere Untersuchung der abstrahierenden Apperzeption in dieser Weise durchführen konnten, beweist, daß die Abstraktion am einfachen Objekt unabhängig ist vom Problem der Verallgemeinerung. Das Universalienproblem ist auf das Abstraktionsproblem aufzubauen und nicht umgekehrt.

Unsere Untersuchung trägt in vielen Punkten einen gewissen vorläufigen Charakter insofern, als wir viele Probleme nur anbrechen, andere nur erwähnen konnten. Und vielleicht hat uns in der Tat das experimentelle Neuland, auf dem wir uns zumeist bewegten, verführt, zuviele Fragen in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, anstatt die Einzelresultate durch ihre Häufung zu sichern. Mag man daraus manche Bedenken herleiten, so wird man doch das metho-

dische Ergebnis stehen lassen müssen, daß überhaupt so zentrale Probleme wie die abstrahierende Gradverteilung der experimentellen Analyse zugänglich sind.

Endlich habe ich noch die Pflicht, nach zahlreichen Seiten für Hilfe und Förderung meinen Dank auszusprechen: Herrn Geheimrat Wundt, der die Arbeit mit den Mitteln des Leipziger Instituts unterstützt hat, Herrn Professor Wirth, der mir nicht nur für Theorie und Technik in aufopfernder und uneigennütziger Weise half, sondern auch meine treueste Versuchsperson war, sowie den Herren Dr. Dr. Professor Bazala, Fischer, Leutnant Hempelmann, Kästner, Klemm, Linke, Menderer, Poggi, Segal, Specht, Ugarde, Werner für ihre oftmals großen Opfer an Zeit und Apperzeption.

Tabellen folgen umstehend.

Inhalt.

Versuche mit einfachem Objekt.

Tabelle I. Größenänderungen.

Werte in mm.

Vergrößerungen

Beobacht.	W.					Kl.		L.					
wissentl.	0,3		0,3	0,25	0,3	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
unwissentl.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		0,3					0,3	0,3

Verkleinerungen

Beobacht.	W.				Kl.					L.		
wissentl.	0,65	0,6	0,7	0,6	0,75	0,65	0,45	0,75	0,7	0,6	0,6	
unwissentl.		0,7	0,9	1,0				1,0	0,9		0,8	mittl. Verh.
Verh.		0,86	0,77	0,6				0,75	0,77		0,75	0,75

Tabelle III. Helligkeitsänderungen.

Werte in Hundertteilen der Ausgangshelligkeit.

Aufhellungen

Beobacht.	W.							Kl.								L.		
wissentl.	8	8		3	4	3,5		14	7	10		10	9	10		11	17	17
unwissentl.			8	8	8	8	mittl. Verh.				18	16	14	16	mittl. Verh.			17
Verh.				0,38	0,5	0,44	0,44					0,62	0,64	0,62	0,63			1

Verdunkelungen

Beobacht.	W.							Kl.								L.		
wissentl.	9	9		3	3	4		15	8	11		10	11	8		15	16	20
unwissentl.			8	8	8	8	mittl. Verh.					15	15	12	mittl. Verh.			20
Verh.				0,38	0,38	0,5	0,42					0,66	0,73	0,66	0,68			1

Tabelle IV. Mitbeachtung.

W.

Beachtet:	Helligk.	Größe	Lage	»→	unwiss. Werte zum Vergleich
Vergrößer.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Verkleiner.	0,9	0,6	0,6	0,9	0,8
»→	2	2	1 1/2	1/2	1 3/4
←«	1 3/4	2	1	1	1 3/4
↑	2 1/2	3	2 1/2	2 1/2	3
↓	1	2	1	1	1 1/2
Aufhellung	3	5	3	5	6
Verdunklung	3	9	10	11	8

Tabelle II. Lageänderungen.

Werte in mm.

Beobacht.		W.														
→	wissentl.	2¼	3¼	4	2½				1½	1½	1¾	1¾	1½	¾		
	unwiss.					3½	3	3	2½	2	2¼	2¾	2	1¾		mittl. Verh.
	Verhält.								0,6	0,75	0,78	0,64	0,75	0,43		0,66
←	wissentl.	3¼		3¾	4	3			1½	1½	1½			1		
	unwiss.						3		2½	2	2½			1¾		mittl. Verh.
	Verhält.								0,6	0,75	0,6			0,57		0,63
↑	wissentl.	5		5¾	5				4½	7 = 5[1])		7½			5 = 3	
	unwiss.					(5)		(5)	(5½)	(5½) 9 = 7		(6)	4½	(4½) 6½	(4) 6 = 4	mittl. Verh.
	Verhält.										0,71				0,75	0,73
↓	wissentl.	4¾		4¼	2				¾ = 2¾			1 = 3		½ = 2½		
	unwiss.					2½	2½	2½	2 = 4			2 = 4		2 = 4		mittl. Verh.
	Verhält.								0,69			0,75		0,63		0,69

mittl. Verh. für alle Verschiebg.: **0,68**

[1]) Reduktion auf den subjektiven Nullpunkt, vgl. S. 426.

Beobacht.		Kl.										bei umgekehrter Rotationsrichtung:			L.						F.	
→	wissentl.	1½	1¼	2½	2½	2½	2½				2½					1½	3	2½	2½		2¾	3¾
	unwiss.								2¾		3										3½	
	Verhält.										0,83										0,79	
←	wissentl.	1	1¼	2	2½	2½	2½				2½	1½			1¼	1½	3¼	3	3		2½	3¾
	unwiss.								3		3	2									3½	
	Verhält.										0,83	0,75									0,71	
↑	wissentl.	3½	1½	2½	3	3						¾	1½	2	4	3	3	3¾	3¼	4	3½	3¼
	unwiss.						4	4½	3	2½		1¾	2½	2½							5	
	Verhält.											0,43	0,6	0,8							0,7	
↓	wissentl.	2	1½	1½	2¼	2½	2				1½	½	½	½	2½	2½	3¼	2¾	2		2	2
	unwiss.										2½	1	1¼	1							3	
	Verhält.										0,6	0,5	0,4	0,5							0,66	

Kl.: mittl. Verh. für alle Verschiebg.: **0,62**

L., F.: mittl. Verh. für alle Verschiebg.: **0,71**

Versuche mit komplexem Objekt.

Tabelle V.
Größenveränderungen.

Beobachter:		W.					K.						P.				Sp.	
I größer	wiss.		1	3/4	1/2	1/2	1 1/2						1	3/4				3/4
	unw.	3 1/2	2	1 3/4	1		4						1 3/4	2 1/4			2 1/2	1 1/2
	Verh.		0,5	0,43	0,5		0,38						0,57	0,33				0,5
II größer	wiss.			3/4											1/2		3/4	
	unw.	1 3/4	1	1 1/2			1 1/4	1	1				1 1/2	1 1/4	1 1/4		1 1/2	
	Verh.			0,5											0,4		0,5	
III kleiner	wiss.				1							3/4				3/4		1/2
	unw.	üb. 5	[6] 2	2 1/4	3 1/4		3	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/2	3	3 1/2	3	2 3/4	[2 1/2]	1 3/4
	Verh.				0,31							0,5				0,27		0,29
IV größer	wiss.																	
	unw.	2 1/2																
	Verh.																	
V größer	wiss.	1/2					1/2						1/2					
	unw.	2					1 1/2						1 1/4					
	Verh.	0,25					0,33						0,4					
V kleiner	wiss.	1/2					1/2						1/2				1/2	
	unw.	1 3/4					1 1/4						1 1/2				[4] 2 3/4	
	Verh.	0,29					0,4						0,33				0,18	
VI größer	wiss.		3/4						1/2						1/2	1/2		
	unw.	1 1/4	1 1/2				2	1 1/4	1				1	1	1 1/4	1	1 1/4	
	Verh.		0,5						0,5						0,4	0,5		
VII kleiner	wiss.		1/2															
	unw.	2 1/2	2				1 1/4						2					
	Verh.		0,25															

Beobachter:		Wr.	H.	S.	B.	U.	M.	mittl. Verh.
I größer	wiss.	1			1/2			
	unw.	2 1/2	2 1/4		2		[6] 2 1/2	
	Verh.	0,4			0,25			0,43
II größer	wiss.	1		3/4	1			
	unw.	2	3 1 1/4	[4] 3 2 2	[4] 3 1/2 2 3/4	2 1/4	[4] 1 1/2	
	Verh.	0,5		0,38	0,36			0,44
III kleiner	wiss.	3/4	3/4	3/4	3/4		1 1/4	
	unw.	[3 1/2] 2 1/2	3	2 3/4	3 1/4	üb. 4	2 1/4	
	Verh.	0,3	0,25	0,27	0,23		0,55	0,33
IV größer	wiss.	3/4			1/2	3/4		
	unw.	[3 1/2] 2 1/2		üb. 5 3 1/2	2 1/2 2 1/4	2		
	Verh.	0,3			0,22	0,38		0,30
V größer	wiss.	1						
	unw.	2						
	Verh.	0,5						0,37
V kleiner	wiss.		2		1/2			
	unw.	1 1/2	1/2	2 1/4	3 1/2			
	Verh.		0,25		0,14			0,27
VI größer	wiss.	1/2		3/4				
	unw.	1 1/2 1 1/2		1 3/4				
	Verh.	0,33		0,43				0,44
VII kleiner	wiss.	3/4 3/4		3/4				
	unw.	2 1 3/4		[4] 2 3/4 1 3/4				
	Verh.	0,38 0,43		0,43				0,37
							Mittelwert:	0,37

Tabelle V

Beobachter:		W.					K.			P.			Sp.		
I	wiss.	$^1/_2$					1								
nach	unw.	1					3						$2^1/_2$		
außen	Verh.	0,5					0,33								
II	wiss.	1	$^1/_2$				1			$1^1/_2$	$1^1/_4$		$1^1/_4$		
zu	unw.	$3^1/_2$	2				3			3	3		$2^1/_2$		
I	Verh.	0,29	0,25				0,33			0,5	0,42		0,5		
III	wiss.	$^1/_2$					$1^1/_4$						$2^1/_2$		
nach	unw.	2					2						4	$2^1/_2$	
innen	Verh.	0,25					0,63						0,63		
III	wiss.	$1^1/_4$	$^1/_2$				2								
nach	unw.	3	1				3			$3^1/_2$			$4^1/_2$	2	
außen	Verh.	0,41	0,5				0,67								
IV	wiss.			$^3/_4$	1		$1^1/_2$								$1^1/_4$
zu	unw.	[5] 4	$3^1/_2$	3	$2^1/_2$		$2^3/_4$			üb. 7	[6] 4		5	$4^1/_2$	$3^1/_2$
III	Verh.			0,25	0,4		0,55								0,36
V	wiss.		$1^1/_4$	$^3/_4$							$1^1/_2$	1		1	
nach	unw.	$2^1/_2$	3	$3^1/_4$			üb. 4	üb. 4	$3^1/_2$	$3^1/_2$	4	3	5	$2^1/_2$	
innen	Verh.		0,42	0,23							0,38	0,33		0,4	
V	wiss.		1	$^3/_4$	$^1/_2$			$^3/_4$			$1^1/_4$				
nach	unw.	$2^1/_2$	$2^1/_2$	2	2		$2^1/_2$	$2^1/_4$		$2^1/_2$	2				
außen	Verh.		0,4	0,38	0,25			0,33			0,63				
V	wiss.		1	$1^1/_4$									$^3/_4$		
zu	unw.	$2^1/_2$	$2^1/_2$	$2^1/_2$			3	$2^3/_4$	2				2	$2^1/_4$	
IV	Verh.		0,4	0,5									0,38		
V	wiss.	$1^1/_2$		1			1								
zu	unw.	4	4	$2^1/_2$			3			3					
VI	Verh.	0,38		0,4			0,33								
VI	wiss.			$^1/_2$	$^1/_2$	$^1/_2$							$^3/_4$	$^1/_2$	
nach	unw.	$2^1/_2$	$2^1/_4$	$2^1/_2$	2	2	2	$1^3/_4$ 1	1	$2^1/_4$	$1^1/_2$		[3] $2^1/_4$	2	
innen	Verh.			0,2	0,25	0,25							0,33	0,25	
VI	wiss.		$^3/_4$	$^1/_2$	$^1/_2$				1		1				
nach	unw.	3	$2^1/_2$	$2^1/_4$	$2^1/_2$		3	$2^1/_2$	3	3	$2^1/_2$		$2^1/_2$		
außen	Verh.		0,3	0,22	0,2				0,33		0,4				
VI	wiss.	$^3/_4$													
nach	unw.	$2^1/_2$	$1^1/_2$	$1^3/_4$									$2^1/_4$		
I	Verh.	0,3													

ageverschiebungen.

Wr.	H.	S.	B.	M.	mittl. Verh.
/4 ,38		1 2 1/4 0,44	3/4 3 1/2 0,21		0,37
	1 3 1/2 2 1/2 0,29	3/4 [8] 2 1/4 1 1/2 0,33	3/4 2 1/2 2 1/4 0,33		0,36
1/2	3/4 üb. 8 [6] 3 1/2 0,21	1 3/4 1 3 3 0,51 0,33	[8] 6	1 4 0,25	0,40
1/2 3		1 1/4 3 0,41			0,49
1/4 8]5 1/4 [5] 4 ,24	[6] 4 1/2	1 1/2 [10] 6 6 1/2 6 4 0,38	3/4 3 1/2 3 0,21		0,34
/4 3/4 2 1/4 ,27	1 1/4 2 1/2 3 0,42				0,35
:	3/4 2 1/4 0,33	1/2 1 3/4 0,29	2 1/2		0,37
/2 : ,25	2 3/4	üb. 5 [5] 2	4 1/4		0,38
1 3/4 1/2 2 ,22 0,38			4		0,34
üb. 4 1 3/4	1 üb. 4 üb.4. 2 1/2 2 1/4 2 0,44	1 [4] 2 3/4 2 1/4 0,36	3/4 üb. 4 4 2 2 1/4 0,38	Beob. U. 2 1/2	0,31
3 1/4 3	üb. 4 5	[4] 2 1/2 2 1/4	1 3 2 1/2 0,4	3	0,31
		3/4 1 3/4 0,43	1/2 2 3/4 0,18		0,30

Mittelwert: 0,36

Tabelle VII.

Aufhellungen.

	Beob.	W.		K.		P.	Sp.		W.		H.		S.		B.		mittl. Verh.
	wiss.	6		25	18	25					34		17		20		
I	unw.	9		50	34	50	52		36		47	33	40		39		
	Verh.	0,67		0,5	0,53	0,5					0,72		0,43		0,51		0,55
	wiss.	6	5,6	16			27	19	40	17	26		15			17	
II	unw.		8	27	16		37	31	50	34	31		25		42	23	
	Verh.		0,7	0,59			0,73	0,61	0,8	0,5	0,84		0,6			0,74	0,68
	wiss.	6		15		16	25	32	17	19	29			19			
III	unw.	9,3		29	29	29	44	58	50	42	49		47		42		
	Verh.	0,65		0,52		0,55	0,57	0,55	0,34	0,45	0,59						0,53
	wiss.	6	6	8		23	21	17		15	22			14			
IV	unw.	14	11,9	12	12	37	39	42	58	31	30	33	36	33			
	Verh.	0,44	0,5	0,67		0,62	0,54	0,41		0,48	0,73			0,43			0,54
	wiss.	6,3	6	16			19		19		20		32				
V	unw.	9,3	8	40			43	52	43	40	43	33	47				
	Verh.	0,68	0,75	0,4			0,44		0,44		0,47		0,68				0,55
	wiss.	7,7	6,3			32	23		14			17		12			
VI	unw.	11	11,9	19		50	42		23		31	21	43	20	36		
	Verh.	0,7	0,53			0,64	0,55		0,61			0,81		0,6			0,63

Mittelwert: 0,58

Partielle Einengungen.

Tabelle VIII. Vergrößerungen.

Veränderung	I vergrößert			II größer		III klein.	IV größ.	V verkleinert			VI klein.
Beobachter	Sp.	Wr.	B.	Sp.	Wr.	Sp.	B.	Sp.	S.	W.	W.
unwissentlich	1 1/2	2 1/2	2	1 1/2	2	1 3/4	2 1/4	2 3/4	2 1/4	1 3/4	2
Qualität beacht.	1 1/2	2 1/4	1 3/4	1 1/4		1 3/4	2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Kreis beachtet	1	1 1/2	1		1 1/4		1	3/4	3/4	1	1
wissentlich	3/4	1	1/2	3/4	1	1/2	1/2	1/2		1/2	1/2

Tabelle IX. Lageänderungen.

Veränderung	I nach außen		II zu I	III nach innen			III nach außen	IV zu III	V nach innen		V nach außen		V zu VI		VI nach innen außen	
Beobachter	W.	S.	S.	H.	S.	W.	S.	W.	Sp.	H.	H.	S.	Sp.	W.	Sp.	B.
unwissentlich	2	2 1/4	2 1/4	3 1/2	3	2	3	2 1/2	2 1/2	3	2 1/4	1 3/4	2	2	2 1/4	2 1/2
Lage beacht.	1 3/4	1 3/4	1 1/2	2 3/4		1 1/2	2 1/2	2			1 1/2		1 3/4	2	1 3/4	1 3/4
Kreis beacht.	1 1/4		1	1 1/2	1 1/2		2		1 3/4	2	1 1/4	1	1		1 1/4	1 1/4
wissentlich	3/4	1	3/4	3/4	1	1/2	1 1/4	1	1	1 1/4	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1

Tabelle X. Aufhellungen.

aufgehellt	I	II			III				IV			V	VI		
Beobachter	B.	Sp.	Wr.	H.	Sp.	Wr.	H.	S.	Sp.	Wr.	H.	Sp.	Wr.	H.	S.
unwissentlich	39	31	34	36	44	50	49	47	39	31	33	43	23	21	20
Helligk. beacht.	29	26	31	31	42	46	45	36	31	29	31	32	19	20	19
Kreis beachtet			26	26	31	29						27	16		14
wissentlich	20	19	17		25	17	29	19	21	15	22	19	14	17	12

Unbeachtete Veränderungen.

Tabelle XI. Größenbeachtung.

	Lageänderungen						Aufhellungen				
	III nach innen		IV zu III	V nach innen	VI nach innen	VI zu I	II	IV		V	
Beobachter	Wr.	W.	S.	Sp.	H.	W.	W.	Wr.	S.	W.	
Größenbeachtg.	3	2 1/2	4	2 1/2	2 1/2	1 3/4	11,9	39	36	6,3	Mittler. Verh.
unwissentlich	2 1/2	2	4	2 1/2	2 1/4	1 3/4	8	31	33	6	für Größenbeacht.
Verhältnis	1,2	1,3	1	1	1,1	1 V	1,5	1,3	1,1	1,1	1,2

Tabelle XII. Lagebeachtung.

	Größenänderungen								Aufhellungen					
	II vergröß.		IV vergröß.		V vergröß.		verkl.	VI vergröß.		II		IV	V	VI	
Beobachter	H.	W.	W.		Wr.	W.	Wr.	W.	Wr.	H.	W.	Wr.	W.	H.	Mittl. Verh.
Lagebeachtg.	1 1/2	2 1/2	1 1/2	2	2	2	1 1/2	2	1 1/2	29	14	36	11	30	für
unwissentlich	1 1/4	1 1/2	1	(1)	2	2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	21	8	31	8	21	Lagebeacht.
Verhältnis	1,2	1,7	1,5	(2)	1	1	1	1,3	1	1,4	1,8	1,2	1,4	1,4	1,3

Tabelle XIII. Helligkeitsbeachtung.

	Größenänderungen								
	II vergrößert		III verkl.	IV vergrößert		V verkleinert		V vergr.	verkl.
Beobachter	H.	W.	Wr.	S.	B.	Wr.	S.	W.	
Helligktsbeacht.	2 1/2	1 1/2	3 1/2	3 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/4	2 1/2	2
unwissentlich	1 1/4	1	2 1/2	3 1/2	2	1 1/2	2 1/4	1 1/2	2
Verhältnis	2	1,5	1,4	1	1,3	1	1	1,7	1

	Lageänderungen																
	I nach außen	II zu I			III nach innen		III nach außen	IV zu III	V nach innen		V zu IV				VI nach innen		
Beobachter	Sp.	Sp.	H.	W.	Wr.	W.	Wr.	S.	Wr.	H.	Sp.	Wr.	H.	W.	Sp.	Wr.	W.
Helligktsbeachtg.	2 1/2	2 1/2	3	3	2 1/2	2	3	5	2 1/4	3	2 1/4	2	3	4	2	2	2 1/4
unwissentlich	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	(2)	3	4	2 1/4	2 1/2	2	2	2 3/4	(2 1/2)	2	1 3/4	2
Verhältnis	1	1	1,2	1,5	1	(1)	1	1,3	1	1,2	1,1	1	1,1	(1,6)	1	1,1	1,1

Mittl. Verh. für Helligkeitsbeacht.

Kleine Mitteilungen.

Die Projektionsmethode und die geometrisch-optischen Täuschungen.

Von

W. Wundt.

Mit 3 Figuren im Text.

In der 5. Auflage meiner »Grundzüge der physiologischen Psychologie« (II, S. 545 f. und III, S. 530) habe ich darauf hingewiesen, daß die Projektion geometrischer Umrißzeichnungen im Dunkeln mit Hilfe des Skioptikons eine überaus instruktive Methode für das Studium der Bedingungen sogenannter geometrisch-optischer Täuschungen an die Hand gibt. Wenn man nämlich diese Projektion so ins Werk setzt, daß die verschiedenen Teile einer Figur sukzessiv zu einem Ganzen zusammengefügt werden, so lassen sich leicht die Bedingungen so variieren, daß sich die Teile der Figur, welche die Täuschung bewirken, und diejenigen, die infolge dieser Einwirkung verändert werden, oder, wie wir es kurz ausdrücken können, daß sich die induzierenden und die induzierten Elemente von einander scheiden. Bei den nicht umkehrbaren Täuschungen erstreckt sich allerdings der Nutzen dieser Methode nicht wesentlich weiter, als daß man durch sie die auch auf anderem Wege leicht nachweisbare Täuschungsursache in besonders sinnenfälliger und überraschender Weise demonstrieren kann. Wenn man z. B. bei der bekannten Zöllnerschen Figur zuerst bloß die langen Parallellinien projiziert und dann plötzlich die kurzen sie schneidenden schrägen Querlinien, welche die Richtungstäuschung jener hervorbringen, hinzutreten läßt, oder wenn man bei der bekannten Müller-Lyerschen Täuschung zuerst nur die einander an Länge gleichen geraden Linien und dann zu ihnen ihre verschieden gerichteten Ansatzstücke projiziert, so bietet in beiden Fällen die plötzliche Entstehung der Täuschung, sowie ihr Wiederverschwinden beim momentanen Auslöschen der induzierenden Teile und endlich die Umkehrung der Täuschung, wenn man im letzteren Versuch die Ansatzstücke ihre Richtung wechseln läßt, ein so anziehendes Schauspiel, daß niemand, der sich einmal dieser Demonstrationsmethode bedient hat, sie zur Veranschaulichung der Täuschungsbedingungen wohl mehr entbehren möchte.

Aber es gibt eine Klasse hierher gehöriger Erscheinungen, bei denen sich der Wert der Projektionsmethode nicht auf diese auch sonst mög-

liche momentane Scheidung der induzierenden und der induzierten Elemente beschränkt, sondern wo sich diese Demonstrationsmethode in eine Untersuchungsmethode umwandelt, deren Ergebnisse von so zwingender Natur sind, daß sie selbst demjenigen, der etwa aus Mangel an Übung in der Fixation und in der Beherrschung seiner Augenbewegungen auf anderen Wegen erfolglos sich abmüht, die Wahrnehmung der tatsächlichen Bedingungen der Erscheinungen aufnötigen. Dies sind die umkehrbaren perspektivischen Täuschungen. Entwirft man z. B. von dem Netz eines Würfels, wie es die Fig. 1 zeigt, mittels des Skioptikons im Dunkelraum bloß einen einzigen Punkt *a*, so daß dieser den zunächst allein vorhandenen Fixationspunkt abgibt, den man am besten monokular, unter Verschluß des andern Auges, fixieren läßt, und fügt man dann von *a* ausgehend durch die Bewegung eines geeignet konstruierten Schiebers die übrige

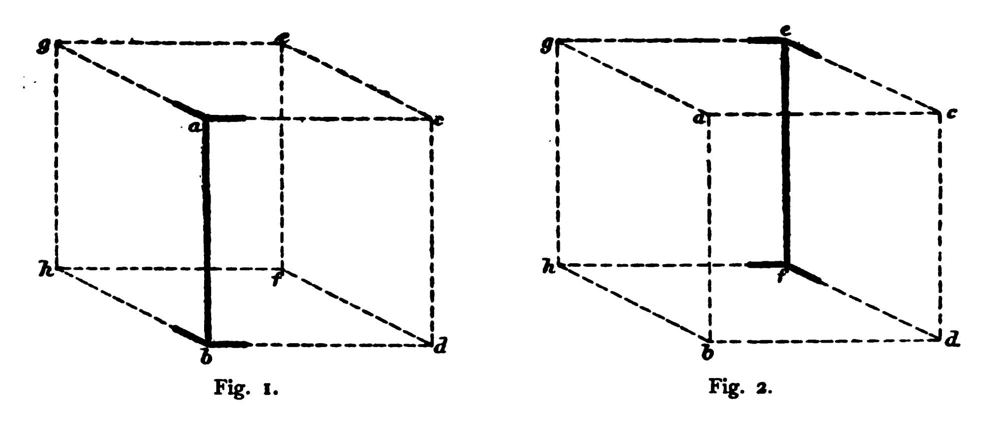


Fig. 1. Fig. 2.

Figur hinzu, so wird unweigerlich der Würfel in dem Sinne plastisch gesehen, daß die Ecke *a* als körperliche Ecke und das Quadrat *a b c d* des perspektivisch gesehenen Würfels dem Beschauer zugekehrt erscheint. Erleuchtet man dagegen zuerst nur den Punkt *e* und läßt man dann von *e* ausgehend in rascher Bewegung die ganze Zeichnung sichtbar werden, so sieht man ebenso unweigerlich *e* als körperliche Ecke, und das Quadrat *e f g h* des perspektivisch gesehenen Würfels erscheint nun dem Beschauer zugekehrt, die Fläche *a b c d* von ihm abgekehrt. Diese Umkehrung der Perspektive ist so zwingend, daß man sie jedem in Fixation und Beherrschung der Augenbewegungen ganz ungeübten Zuschauer demonstrieren kann. Sie eignet sich, wie nur wenige Versuche auf diesem Gebiet, zu einem Vorlesungsversuch, bei dem sich hunderte von Beobachtern gleichzeitig von dem Phänomen und seiner eindeutigen Abhängigkeit von der primären Fixation überzeugen können. Studiert man aber die Erscheinungen sorgfältiger, indem man die Art, wie unmittelbar nach der Darbietung des Punktes *a* oder *e* die von diesen Punkten ausgehenden Fixierlinien enthüllt werden, variiert, so überzeugt man sich, daß neben der primären Fixation auch die daran sich anschließende Fixationsbewegung einen Ein-

fluß ausübt, indem das plastische Bild jedesmal dann ein vollkommeneres ist, wenn man die weitere Enthüllung der Figur nicht momentan vornimmt, sondern so, daß das fixierende Auge nicht etwa plötzlich auf irgend einen ferneren Punkt überspringen kann, sondern daß es eine Strecke weit stetig eine an den Fixierpunkt sich anschließende Richtlinie verfolgen muß.

Bei den Beobachtern, die sich seitdem mit den Erscheinungen der perspektivischen Umkehrung beschäftigt haben, sind, wie es scheint, diese Bemerkungen über die Projektionsmethode unbeachtet geblieben. Wenn in einigen dieser neueren Arbeiten bemerkt wird, es sei dem Verfasser nicht gelungen, meine Ergebnisse zu bestätigen, oder es sei ihm sogar gelungen, das Gegenteil zu finden, indem er bei geeigneter Einstellung der Aufmerksamkeit imstande sei, in einer der Fixation und Blickbewegung entgegengesetzten Richtung die perspektivische Vorstellung zu vollziehen, so muß ich um so mehr annehmen, daß sich diese Beobachter der oben angegebenen Projektionsmethode nicht bedient haben, als dieser Punkt von ihnen völlig mit Stillschweigen übergangen worden ist[1]). Nun kann man freilich nötigenfalls auch ohne die Methode der sukzessiven Projektion die Wirkung von Fixation und Bewegung nachweisen. Ich selbst habe mich in meiner ersten Arbeit über diesen Gegenstand in der Tat derselben noch nicht bedient[2]). Allerdings habe ich dabei in bezug auf die Ausschließung unwillkürlicher Augenbewegungen, die strenge Einhaltung monokularer Fixation usw. Vorsichtsmaßregeln angewandt und beschrieben, von denen ich zweifeln muß, ob sie in allen Untersuchungen befolgt worden sind. Dieser Zweifel ist vielleicht um so mehr gestattet, als nach meinen Erfahrungen die Loslösung des Blickpunktes der Aufmerksamkeit von dem Fixierpunkt des Auges zu den schwierigsten Aufgaben gehört, die dem physiologischen Optiker gestellt werden können. In manchen Arbeiten wird aber dieser Trennung des Blickpunktes der optischen Aufmerksamkeit und des Fixierpunktes als einer sozusagen selbstverständlichen Sache gedacht, die man nur zu wollen brauche, um sie auch zu können. Ich bekenne, daß mir die Aufgabe keineswegs so leicht fällt, obgleich ich eine ziemlich lange Übung in derartigen Versuchen zu haben glaube. Am allerwenigsten würde ich aber einer vermeintlichen Trennung beider Punkte trauen, wenn diese einander so nahe liegen, wie in dem von von Aster (S. 175) angegebenen Versuch. Dieser Beobachter bediente sich nämlich der bekannten Schoeder'schen Treppenfigur (Fig. 3). Bei ihr ist es ihm, wie er bemerkt, »ohne Schwierigkeit möglich, eine Linie wie $\alpha\beta$ von α nach β zu durchlaufen und doch β vorn und α hinten zu sehen.« Überdies könne aber »sehr wohl ein Durchlaufen mit der Aufmerksamkeit auch an die Stelle solcher Augenbewegungen treten«. Ich bekenne offen, daß es mir zwar ganz gut gelingt, eventuell einen Punkt zu fixieren und die Aufmerksamkeit auf einen davon ent-

[1]) Vgl. z. B. E. von Aster, Zeitschrift für Psychologie, Bd. 43, S. 175.

[2]) Die geometrisch-optischen Täuschungen. Abhandl. der mathematisch-physischen Klasse der kgl. sächs. Ges. der Wiss. XXIV, 1898, S. 58 ff. Dazu Philos. Stud. XIV, S. 32 ff.

fernten Punkt zu richten, daß es mir aber nie gelingen will, einen Punkt starr zu fixieren, während gleichzeitig die Aufmerksamkeit einen vorgeschriebenen Weg zurüklegt. Wohl begegnet es auch mir, daß, wenn ich lange den Punkt *β* fixiere und die Vorstellung der überhängenden Mauerstücke festhalte, plötzlich das Relief sich umkehrt und die Treppe erscheint. Aber ich glaube dann auch regelmäßig zu beobachten, daß das Auge aus seiner Fixationsstellung übergesprungen ist und nun die Linie *α β* von *α* nach *β* verfolgt. Das geschieht um so leichter, je näher sich die Punkte liegen, die den Blick attrahierend auf sich ziehen. Darum halte ich überhaupt die Treppenfigur für eine der ungünstigsten, die in diesem Fall gewählt werden können. Viel günstiger ist der Würfel, wenn man die verschiedenen mit dem Blick und mit der Aufmerksamkeit zu fixierenden Punkte,

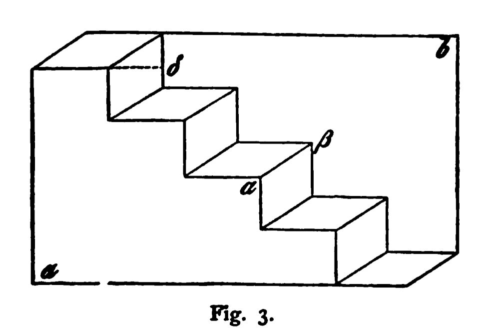


Fig. 3.

wie in Fig. 1 und 2, an entgegengesetzten Enden einer Diagonale eines der seine Endflächen bildenden Quadrate nimmt. Auch kann man sich in diesem Fall die Trennung von Fixationspunkt und Aufmerksamkeitspunkt noch wesentlich dadurch erleichtern, daß man eine Ecke oder noch besser, wie es in Fig. 1 und 2 geschehen ist, eine Kante durch eine stärkere Kontur auszeichnet. Besonders ist es dann sehr leicht, eine schwach gezeichnete Ecke zum Fixierpunkt und die gegenüberliegende stark gezeichnete zum Aufmerksamkeitspunkt zu nehmen. Fixiere ich nun an einem solchen Würfel etwa den Punkt *a* in Fig. 2 oder *e* in Fig. 1, so mag ich die Aufmerksamkeit noch so energisch im ersten Fall auf *e*, im zweiten auf *a* richten, die Inversion erfolgt nicht, außer wenn ich auch den Blick der Richtung der Apperzeption folgen lasse. In diesem Fall ist aber diese Bewegung so ausgiebig, daß sie nicht wohl übersehen werden kann.

Auf diese Weise können Figuren wie die hier gezeichneten bis zu einem gewissen Grade zugleich als Ersatz für die bei den Projektionsversuchen durch die primäre Erleuchtung bewirkte Bevorzugung bestimmter Elemente der Figuren dienen. Was dort sukzessiv geschieht, das wird hier simultan dargeboten. In Fig. 1 pflegt bei unbefangener Betrachtung der Blick zuerst auf die Kante *a b*, in Fig. 2 auf *e f* zu fallen. Infolgedessen sieht man dort die Fläche *a b c d*, hier die Fläche *e f g h* dem Beschauer zugekehrt. Natürlich fallen nun dabei, ebenso wie bei den sukzessiven Projektionsversuchen, Fixierpunkt und Aufmerksamkeitspunkt gemäß der normalen Verbindung von Fixation und Apperzeption zusammen. Gerade die pseudoskopischen Würfelversuche mit einer solchen Markierung bestimmter Teile bieten aber zugleich die günstigsten Chancen, um diese feste Assoziation zwischen Blickpunkt und Aufmerksamkeitspunkt für kurze Zeit zu lösen. Jedermann, der sich mit Beobachtungen über die Richtung

der Aufmerksamkeit auf indirekt gegebene Objekte beschäftigt hat, weiß, daß diese Versuche eine lang dauernde Übung im indirekten Sehen und in der Beherrschung der Augenbewegungen voraussetzen. Immer wieder will der Fixierpunkt in der Richtung des Aufmerksamkeitspunktes oder umgekehrt dieser nach jenem abweichen, und wenn beide Punkte einander sehr nahe liegen, scheitert der Versuch einer irgend dauernden Trennung völlig. Wesentlich unterstützt wird umgekehrt seine Ausführung, wenn die beiden Objekte, zwischen denen man Fixation und Aufmerksamkeit verteilen will, abweichende qualitative Merkmale besitzen. Beide Erfordernisse sind nun an den beiden Figuren 1 und 2 erfüllt. Das ausnahmlose Resultat der Versuche, in welcher Richtung man auch die Verteilung vornehmen mag, ist aber, daß die Verlegung des Aufmerksamkeitspunktes niemals eine Inversion nach sich zieht, wenn nicht der Fixierpunkt gleichzeitig wandert, daß dagegen die Verlegung des Fixierpunktes unweigerlich Inversion bewirkt, auch wenn der Aufmerksamkeitspunkt festgehalten wird. Die entstehende Perspektive ist also ausschließlich von Fixation und Richtung der Augenbewegung abhängig, während die Richtung der Aufmerksamkeit völlig ohne Einfluß bleibt, so lange sie nicht gleichzeitig eine Änderung der Fixation herbeiführt. Entgegengesetzte Angaben sind teils auf ungünstige, die Trennung des Fixier- von dem Aufmerksamkeitspunkt erschwerende Bedingungen, teils wohl auch darauf zurückzuführen, daß tatsächlich stattfindende Augenbewegungen übersehen wurden. Wie schon die Projektionsversuche vermuten lassen und dann die Simultanversuche unter den angegebenen Variationen der Bedingungen überzeugend bestätigen, übt aber die Aufmerksamkeit auch nicht etwa in dem Sinne einen Einfluß aus, daß sie ein neben der Blickbewegung wirksames Moment ist, das eventuell die Wirkung der Fixation zu kompensieren vermöchte, vielmehr kann sie immer nur dadurch, daß die Aufmerksamkeitsbewegung Blickbewegungen nach sich zieht, also mittelbar, die Form der perspektivischen Vorstellung bestimmen.

Ihrem allgemeinen Charakter nach ist die Ableitung der perspektivischen Vorstellungen bei den umkehrbaren Täuschungen aus Aufmerksamkeitsvorgängen offenbar der einst allgemein herrschenden Annahme, alle diese Erscheinungen seien von völlig unberechenbaren und unter unbekannten psychischen Motiven auftauchenden Phantasiebildern abhängig, nahe verwandt. Sie ist, gleich dieser, eine rein psychologische Hypothese und verrät nur darin eine gewisse Konzession an mitwirkende physiologische Momente, als dabei in der Regel wohl zugestanden wird, die Richtung der Aufmerksamkeit bestimme zugleich die Fixationsrichtung des Blickes: sie vertauscht aber die Reihenfolge der Bedingungen, indem sie den in Wirklichkeit primären Einfluß der Blickrichtung und Blickbewegung für den sekundären und dagegen den tatsächlich immer nur sekundären Einfluß der Aufmerksamkeit für den primären ansieht. Beide, die Aufmerksamkeits- wie die Einbildungstheorie setzen sich übrigens zugleich in Widerspruch mit den allgemeinen Ergebnissen, zu denen aller Orten die Analyse der Wahrnehmungsvorgänge führt. Diese sind überall in dem Sinne psychophysische Vorgänge, als bestimmte physiologische Reize die psychischen

Prozesse auslösen, aus denen irgend eine durch einen äußeren Eindruck erregte Vorstellung resultiert. So wenig man bei dem bekannten Aristotelischen Versuch, bei dem die mit gekreuzten Fingern betastete Kugel als Doppelkugel erscheint, etwa die Kreuzung der Finger durch eine veränderte Verteilung der Aufmerksamkeit ersetzen kann, gerade so wenig richtet diese bei den pseudoskopischen Versuchen etwas aus, wenn ihr nicht die zur Herstellung einer bestimmten körperlichen Form erforderliche Blickrichtung zur Seite steht. Hinter der alten Einbildungstheorie steht übrigens die Aufmerksamkeitstheorie insofern zurück, als, wie die unter den nötigen Kautelen ausgeführten Versuche mit getrennter Blick- und Aufmerksamkeitsrichtung lehren, die Form der Perspektive stets im Widerspruch mit der Aufmerksamkeitsrichtung erfolgt, sobald nur die Blickrichtung dazu zwingt, während die Einbildungstheorie immerhin darin partiell Recht behält, daß ohne reproduktive Vorgänge und ohne den Einfluß der diese ermöglichenden früheren Eindrücke selbstverständlich keinerlei perspektivische Vorstellung zustande kommen könnte. Die Fixationsrichtung wirkt also hier lediglich als auslösender Reiz, der eine Assimilation des Eindrucks durch hinzutretende reproduktive Elemente hervorruft, dabei aber selbst zugleieh dieser Assimilation die Richtung anweist, indem jeweils diejenigen Kombinationen von Elementen reproduziert werden, die in vorangegangenen Wahrnehmungen durchgängig der als Reiz wirkenden primären Blickrichtung und Blickbewegung entsprachen. Für das hierbei sich wiederum bewährende Prinzip der leichtesten assoziativen Verbindung der häufigsten Vorstellungskomplexe liefert auch die Vergleichung der Figuren 1 und 2 einen deutlichen Beleg. Man kann sowohl in Fig. 1 wie in Fig. 2 durch Fixation einer der stark gezeichneten Kontur gegenüberliegenden Ecke eine Inversion der Figuren herbeiführen, indem bei starrer Fixation von *e* in Fig. 1, trotz der Richtung der Aufmerksamkeit auf *a*, die Ecke *e* dem Beschauer sich zukehrt und *a* in die Tiefe rückt; und ebenso sieht man in Fig. 2 bei Fixation von *a* trotz der Richtung der Aufmerksamkeit auf *e*, daß *a* sich vordrängt und *e* in die Ferne tritt. Aber die letztere Inversion ist viel leichter als die erste: bei Fig. 1 bedarf man einer längeren Fixation, um die den bevorzugten Konturen entgegengesetzte Inversion zustande zu bringen als bei Fig. 2. Aus dem Prinzip der erleichterten Beweglichkeit der assimilativen Dispositionen durch die Häufigkeit ihrer Verbindung mit dem auslösenden Blickreize erklärt sich dies ohne weiteres. Ein vor uns aufgestellter Würfel hat zumeist die perspektivische Form der Fig. 1. Er erscheint so, wenn er auf einer ebenen Fläche aufgestellt ist, während wir ihn mit abwärts gekehrter Blicklinie, wie in der Regel die näheren Gegenstände, betrachten. Die Lage, bei der *e* gehoben und nahe, *a* gesenkt und ferner gesehen wird, ist dagegen eine ungewöhnlichere; wir müssen zu dem Ende den Würfel etwa von seiner Unterlage abheben und mit seinen vorderen Kanten nach oben drehen. Aus demselben Grunde ist auch bei ungezwungener, mit dem Blick hin und her schweifender Betrachtung die durch die stark gezeichnete Kante bestimmte Form in Fig. 1 die stabilere, die Fig. 2 ist schwankender: die starken Konturen schützen hier weniger gegen gelegentliche, durch einen momentanen Wechsel der Fixation eintretende Umkehrungen.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig

DATE ISSUED	DATE DUE	DATE ISSUED	DATE DUE